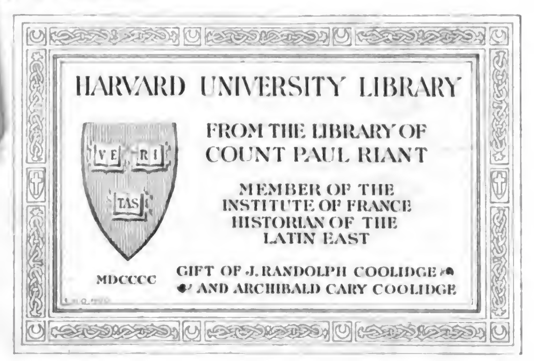



HARVARD UNIVERSITY LIBRARY
VE RI
TAS
FROM THE LIBRARY OF
COUNT PAUL RIANT
MEMBER OF THE
INSTITUTE OF FRANCE
HISTORIAN OF THE
LATIN EAST
MDCCCC
GIFT OF J. RANDOLPH COOLIDGE
AND ARCHIBALD CARY COOLIDGE

DENKSCHRIFT

ÜBER EINEN

KANAL

ZUR

VERBINDUNG der NORDSEE mit der OSTSEE.

IM AUFTRAG DES KANAL-COMITÉS AUS DEN STÄDTEN
HUSUM, SCHLESWIG UND ECKERNFÖRDE

BEARBEITET

VON

T. J. STIELTJES,

Ingenieur.

MIT 4 BLATT KARTEN UND PLÄNEN.

HAAG,
GEBRÜDER J. & H. VAN LANGENHUYSEN.
1866.

INHALTSVERZEICHNISS.

BERICHTIGUNGEN.

Seite 7 Zeile 4 v. o. lies 350 statt 250.
„ 33 „ 16 v. o. „ Fluthwasser „ Flusswasser.
„ 41 „ 17 v. o. „ 15 „ 1.5.
„ 53 „ 3 v. u. „ 6.52 „ 6.25.
„ 63 „ 2 u. 14 v. u. „ Bustorf „ Bünstorf.
„ 66 „ 1 v. o. „ 1.5 „ 15.
„ 80 „ 8 v. o. „ 22 „ 29.

I. Veranlassung dieses Rapports.

§ 1. Schon vor mehreren Jahrhunderten empfand man die Nothwendigkeit der Vereinigung der Nord- und Ostsee mittelst eines Kanals; denn bereits in den Jahren 1390—1398 wurde der noch bestehende kleine Stecknitz-Kanal gegraben, welcher die Elbe bei Lauenburg mit der Trave bei Lübeck vereinigt. Im Laufe des 16ten Jahrhunderts kam ein ähnlicher kleiner Kanal zu Stande, welcher die Alster bei Hamburg mit der Trave bei Oldesloe verband, später aber wieder verfallen ist. Noch mehrere Kanallinien kamen im 16ten wie im 17ten Jahrhundert zur Sprache, darunter die Linien

Ripen-Kolding,
Ripen-Hadersleben,
Ballum-Apenrade.

Von Justi schlug 1761 zwei Kanalrichtungen vor, nämlich:

Tondern-Flensburg und
Husum-Schleswig.

Keine dieser Linien kam aber zur Ausführung; dagegen wurde von 1777—1784 der Schleswig-Holsteinische Kanal für kleinere Seeschiffe gegraben, welcher die Kielerbucht mit der Eider bei Rendsburg vereinigt.

§ 2. Nach dem Europäischen Frieden von 1815 wurde die Vereinigung beider Meere wiederum mehrfach angeregt, jedoch ohne zur Ausführung zu gelangen, bis durch den dänischen Krieg in den Jahren 1848 und 1849 und die Blokade der deutschen Nord- und Ostsee Häfen durch einige wenige dänische Kriegsschiffe die Nothwendigkeit einer deutschen Marine und der Vereinigung der deutschen Häfen vermittelst Schiffahrtkanäle practisch zu Tage trat. Es wurden damals auch mehrere Pläne entworfen z. B. für einen Kanal von Eckernförde über Schleswig nach Husum, von Eckernförde über Rendsburg nach Brunsbüttel an der Elbe, von Kiel nach Brunsbüttel, u. s. w. und auch ausserhalb Deutschlands zog diese Sache die öffentliche Aufmerksamkeit auf sich. Wegen des Umschwungs in der politischen Lage Deutschlands und der Herzogthümer blieben jedoch auch diese Entwürfe auf sich beruhen.

§ 3. Schon vor den Ereignissen der Jahre 1848 und 1849, hatte man die Nothwendigkeit einer Verbesserung der Häfen an der Westküste Schleswigs eingesehen und entwarf der Deichinspector Petersen, welcher durch einen langjährigen Aufenthalt daselbst mit den Wattströmen bei Husum, Nordstrand und Pelworm genau bekannt geworden war, einen Plan zur Verbesserung des Husumer Hafens, welcher auch von zwei niederländischen Ingenieuren, den Gebrüdern M. G. und J. A. Beijerinck, die mit der Prüfung desselben im Jahre 1845 von der Regierung beauftragt worden waren, im Ganzen und mit nur wenigen Abänderungen gebilligt wurde. Nachdem nun später wieder der Deichinspector Petersen der dänischen Regierung einige Modificationen des Beijerinck'schen Projects vorgeschlagen hatte, wurde von derselben im Jahre 1847 eine Summe von 100 000 dänische Reichsthaler und darauf im Jahre 1848 von der provisorischen Regierung gegen 90 000 Thaler für die Ausführung jenes Plans bewilligt, dessen Fortsetzung jedoch die politischen Ereignisse der folgenden Jahre verhinderten. Während des ersten Schles-

wig-holsteinischen Kriegs nahm auch ein Comité, das sich in den Städten Husum, Schleswig und Eckernförde gebildet hatte, zuerst die von Justi vorgeschlagene Kanallinie Husum-Schleswig (bis Eckernförde fortgesetzt) wieder auf, und beauftragte den Deichinspector Petersen mit der näheren Untersuchung der Linie, der die Resultate derselben in einer eignen Denkschrift veröffentlichte.

§ 4. Mit dem im Jahre 1851 abgeschlossenen Frieden war die Gefahr der Blokade der deutschen Häfen, und damit zugleich das Interesse an der Verbindung beider Meere mittelst eines grossen Kanals wieder in den Hintergrund getreten. Die dänische Regierung nahm jedoch den Plan einer Verbesserung der Häfen an der Westküste Schleswigs und Jütlands wieder auf und beauftragte bald nach den Frieden den Ingenieur J. A. Beijerinck mit der Entwerfung eines allgemeinen Gutachtens über diese Angelegenheit, in welchem derselbe sich auch über die von Petersen vorgeschlagenen Modificationen des Beijerinck'schen Projects vom Jahre 1845 aussprach. Mehrere Concessionsgesuche wurden bei der dänischen Regierung eingereicht, und sie ertheilte den 25 August 1860 an die von Herrn C. Hansen aus New-York repräsentirte Association eine Concession zum Nivellement für einen grossen Kanal ganz auf Holsteinischem Gebiet, von Haffkrug an der Neustädterbucht nach der unteren Elbe. Der Ingenieur Kröhnke arbeitete das derfällige Project aus und gab der niederländische Inspector des Wasserbaues F. W. Conrad im Jahre 1863 darüber ein Gutachten ab, in welchem er einige jedoch nicht sehr wesentliche Abänderungen in Vorschlag brachte.

§ 5. Sofort nach der Besetzung Holstein's und der Eroberung Schleswigs durch die deutschen Truppen, kam der Plan eines Verbindungskanals wiederum in Anrege und beauftragte die preussische Regierung den Herrn geheimen Oberbaurath Lentze mit der Anfertigung eines Projectes für einen

Marine- und Handelskanal, geeignet zur Aufnahme auch der grössten Kriegschiffe. Ein Comité, das sich in der Stadt Kiel gebildet hatte, liess durch den Wasserbaudirector E. H. Christensen die schon im Jahre 1849 vorgeschlagene Linie von Wick (unweit Kiel) nach Brunsbüttel näher untersuchen und ein Kanalcomité aus den Städten Husum, Schleswig und Eckernförde richtete an den Ingenieur J. A. Beijerinck das Ersuchen die Kanallinie Husum-Eckernförde einer Begutachtung zu unterziehen.

Da Herr Beijerinck jedoch durch seine dienstliche Stellung als Haupt-ingenieur in Süd-Holland verhindert war nach Schleswig zu reisen, empfahl er dem Comité sich an den Unterzeichneten um einen Rapport zu wenden. Nachdem ich dies Anerbieten angenommen, war ich in den letzten Tagen des Novembers und den grössten Theil des Monats December 1864 in Schleswig und veranlasste darauf die Vornahme der erforderlichen Nivellements und Beobachtungen der Meeres- und Flusshöhen, des Wasserabflusses in der Treene und Sorge, welche, nachdem die betreffenden Ingenieure anfangs durch schlechtes Wetter in ihren Arbeiten aufgehalten worden waren, in Mai doch vollendet wurden, so dass ich erst jetzt in den Stand gesetzt bin, einen genaueren Rapport über die Linie Husum-Eckernförde abgeben und dieselbe mit den anderen Kanallinien vergleichen zu können. Die inzwischen veröffentlichten Denkschriften von Herrn Lentze und dem Kieler-Comité haben übrigens nur in so weit meine Ansichten geändert, als ich jetzt mit Herrn Lentze den stand der Ostsee statt wie in einem vorläufigen früher an das Kanalcomité eingesandten Rapport den Stand der ordinairen Fluth in der Nordsee als Kanalwasserstand angenommen habe.

II. Kurze Terrainbeschreibung.

§ 6. Der Boden in den Herzogthümern Schleswig und Holstein besteht an der Westküste aus Marschgründen, die

in älterer und neuerer Zeit unter dem Namen Kööge der Nordsee abgewonnen und eingedeicht sind. Gewöhnlich liegen diese Gründe auf halber Fluthhöhe der Nordsee, und haben zur Zeit der Ebbe eine natürliche Entwässerung. Der Unterschied zwischen Ebbe und Fluth, der von der Enge von Calais, wo er 18 Fuss ist, allmählig nach Helder oder Nieuwe-Diep bis 3⅝ Fuss abnimmt, wird von da an wieder grösser und ist in der Bucht von Helgoland, d. h. an den Mündungen der Elbe, Eider und Hever in runder Zahl 10 Fuss. Nördlich nimmt er wiederum ab, und ist nach Herrn Beijerinck's Rapport von 1851

bei Schmall Tiefe 8½ Fuss
" Lister " 6 "
" Gradijb 4½ "

Die Ostsee, welche bekanntlich keine Ebbe und Fluth hat, liegt 4.5 Fuss unter Nordseefluth bei Husum, und deshalb 5,5 Fuss über Nordseeebbe, oder nur 0.5 Fuss über halber Fluthhöhe.

Die Breite der Marschländereien ist nicht überall gleich (1), denn während sie bei ins Meer hinausspringenden Puncten z. B. von Ording und Westerhever an der Spitze Eiderstedts bis Schwabstedt 5 Meilen misst, verringert sie sich bis ⅜ Meilen bei den weit in das Land hineingreifenden Meer-Busen, wie z. B. bei Meldorf, und verschwindet ganz eben nördlich von Husum bei Schobüll, wo jetzt noch, wie schon 1651, die Geestländereien unmittelbar das Meer berühren.

§ 7. Diese Geestländereien, welche die Mitte der Herzogthümer einnehmen, liegen über dem Meeresspiegel, und erheben sich allmählich, aber sehr unregelmässig gegen Osten.

---

(1) Man sehe: Geertz, General-Karte von den Herzogthümern, u. s. w. Ausgabe N°. 1, physisch-topographisch colorirt. Zweite, unveränderte Auflage. Berlin 1864. Maasstab 1 : 450 000, sowie die Dänischen General-Stabs-Karten, im Maasstab von 1 : 120 000, oder besser noch die Preussischen General-Stabs-Karten, im Maasstab von 1 : 100 000, welche auch die Berge und Hügel angeben.

Während z. B. die Niederungen sich weit in das Land ausdehnen, und das Treenethal bei Hollingstedt noch unter, bei Holm nur wenig über Husumer-Fluth (oder H. F.) liegt, die Fluth unterhalb Rendsburgs noch 3 Fuss hoch steigt, und das Sorgethal bei Sorgbrück nur 6 Fuss, unterhalb Stentenmühle nur 14 Fuss + H. F. liegt, erhebt sich der Boden an anderen Stellen sehr stark, wie die Ziffern auf der Karte angeben. Die Rheider Au, die bei ihrer Mündung ins Treenethal noch unter H. F. liegt, ist bei Gross-Rheide schon 42 Fuss + H. F. Und beim Dannewerk liegt der Boden schon auf 70 Fuss + H. F. und höher. Ein Theil dieser Geestländereien besteht aus uncultivirter Haide und Moor, und findet man daselbst eine Menge grosser Rollsteine.

§ 8. An der Ostküste steigt der Boden schnell aus dem Meere empor, und findet man zwischen den tief in's Land greifenden Meerbusen oder Föhrden und Noeren ziemlich hohes Hügelland. In diesem Theil des Landes liegen die Quellen der meisten Flüsse. Die vielen Seen, die man hier findet, deuten auf einen für Wasser undurchdringlichen Lehmboden. Die Wasserhöhe dieser Seen über H. F. war bei den letzten Nivellirungen in runder Zahl wie folgt: (Die ungefähre Oberfläche der Seen ist nach Vermessungen auf den Preussischen Stabs-Karten bestimmt, in so weit sie nicht früheren Schriften entnommen ist.)

	Höhe über H. F. in Fuss.	Oberfläche in mill. Q Fuss.	
Sankelmarker See	81	6⅓	
Lang See	48	20¼	
Ahrenholzer See	54	8	
Bisten See	37	14½	
Witten See	12½	90	(Christensen 1848 84)
Bült See	25	2⅓	
Flemhuder See	20½	19	
Westen See	20½	87	

	Höhe über H. F. in Fuss.	Oberfläche in mill. Q. Fuss.	
Warder See	63	30	(Kröhnke)
Plöner See	67	250	id.
Segeberger und Klat See .	78	25	id.
Seekamper und Seedorfer See	88	10	id.

Die höchsten Terrainpuncte findet man zwischen dem Bistensee und der Schlei in den Hüttener Bergen, nämlich bis 348 Fuss.

Zwischen dem Bistensee und dem Windebyer Noer bei Damendorf auf 91 Fuss.

Zwischen dem Bistensee und Wittensee auf 104 Fuss.

Zwischen dem Wittensee und dem Windebeyer Noer ungefähr 70 Fuss.

Nördlich von der Ober-Eider steigt das Terrain bei Steinrade bis 35 Fuss; bei Holtsee in der Richtung von Eckernförde liegt es 81 Fuss hoch.

In Holstein ist die Höhe des mittleren Theiles bei Segeberg ungefähr 300 Fuss; der höchtste Punct westlich von Kiel und nördlich des Russsees 97 Fuss. In dem westlichen Theile Schleswigs findet man noch den isolirten Sundsberg bei Ostenfeld, bis 181 Fuss, und im westlichen Theile Holsteins die Höhen

bei Keller 83 Fuss
" Grönthal 72 "

Auch nördlich von der Schlei ist die Steigung sehr bedeutend.

III. Die Flüsse.

§ 9. Sämmtliche Flüsse Schleswig-Holsteins sind klein, da die schon kleine Oberfläche der Halb-Insel noch zur Speisung mehrerer Gewässer dient. Die für unsere Zwecke wichtigsten sind folgende:

1°. Die Treene auf dem westlichen Abhang Schleswigs, welche bei Oeversee durch den zusammenfluss mehrerer Bäche aus dem Sankelmarker, Trä und anderen kleinen Seen entsteht und bei Friedrichstadt in die Eider mündet. Die Schleusen bei Friedrichstadt halten die Nordsee Fluthen ab. Das Gefälle bei Ebbe von 81 + 10 Fuss zwischen dem Sankelmarkersee und Friedrichstadt, auf eine Länge von 6½ Meilen in der Hauptrichtung und von vielleicht 8 bis 9 Meilen inclusive der vielen Krümmungen des Flussbettes, ist sehr gering auf der unteren Hälfte bis Holm, ziemlich regelmässig auf der oberen Hälfte bis Oeversee. Das Flussgebiet finde ich zu 8 Quadrat-Meilen angeschlagen.

Die abgeführte Wassermenge fand ich am 7 December 1864 bei Hollingstedt 270 kub Fuss pro Secunde grofs.

Am 4 April 1865 fand der Ingenieur Petersen

bei Hollingstedt	110	kub.	Fuss	pro	Secunde
„ Treya	95	„	„	„	„

15 kub. Fuss pro Secunde scheinen deshalb durch den Ahrensbeck abzufliessen.

Bei Oeversee strömte am 18 December 1864 eine Wassermenge von 43 kub. Fuss pro Secunde aus dem Träsee ab, am 4 April nur 12 kub. Fuss.

Bei noch niedrigerem Wasserstand im Sommer wird das Wasserquantum wahrscheinlich noch bedeutend kleiner sein.

Südlich von Hollingstedt fand ich in zwei Bächen aus der Rheider Au am 7 December 1864:

in dem nördlichsten	8.25	kub.	Fuss	pro	Secunde
„ „ südlichsten	10.35	„	„	„	„
zusammen	18.60	„	„	„	„

Das Flussgebiet wird auf eine halbe Quadrat Meile angegeben.

2°. Die Sorge strömt aus dem Bistensee, dessen Wasserfläche 37 Fuss + H. F. liegt, nach der Stentenmühle, wo das Terrain plötzlich von 30 bis 14 Fuss abfällt. Bei Sorgbrück liegt das Terrain nur 6 Fuss hoch und das Gefälle ist daher auf der unteren Sorge, die durch Schleusen in die Eider entwässert, nur gering. An Wassermenge fand ich am 7 December 1864 bei Sorgbrücke 45 kub. Fuss pro Secunde.

Ingenieur Petersen fand am 22 März 1865

bei Sorgwold	42.6	kub.	Fuss	pro	Secunde
" Sorgbrück	44	"	"	"	"
" Tetenhusen	44.8	"	"	"	"

Die Wassermengen bei trocknem Sommer wie bei hohem Winterwasser (im December 1864 waren alle Flüsse bei eintretendem Frost nicht hoch) sind mir nicht bekannt.

3°. Aus dem Wittensee bei Bünsdorf floss am 9 December 1864 eine Wassermenge von ungefähr 10 kub. Fuss nach der Ober-Eider bei Schirnau.

4°. Das Flussgebiet der Ober-Eider beim Westensee wird auf 7½ Quadrat Meilen angegeben, das der Eider unterhalb Rendsburgs auf 10 Quadr. Meilen. Vermessungen über das Wasserquantum dieses Flusses habe ich nicht vorgefunden.

5°. Von der Schwentine, die östlich von Kiel in die Kieler-Bucht mündet, finde ich die Wassermenge eines ganzen Jahres (October 1862 bis October 1863, man sehe die Denkschrift des Kieler-Comite's S. 55) auf 9260 Millionen Kubik Fuss Rh. veranschlagt, oder im Mittel auf 294 Fuss pro Secunde, bei einem Stromgebiete von 8.6 Quadrat-Meilen. Es waren in diesem Jahre 34 Zoll Regen gefallen, wovon 24 Zoll oder 70 Procent nach der Schwentine strömten (Die mittlere jährliche Regenmenge ist nur 24 Zoll).

§ 10. Eine Vergleichung dieser Flüsse mit einigen andern ergiebt nachtstehendes Resultat.

In Hagen's Wasserbaukunst (Th. I. S. 38) findet man folgende Tabelle:

	Ausdehnung des Fluss gebietes in Q. Meilen.	Wassermenge bei mittlerem Wasserstande in K. Fuss.	Mittlere Wassermenge pro Q. Meile in K. Fuss.	Höhe des abgeführten Wasser-menge in Zoll.
Rhein bei Emmerich . .	2 800	76 000	27.2	17.8
" " Coblenz . . .	2 000	43 000	21.5	14.1
Weichsel bei Schwetz . .	3 400	34 000	10.0	6.6
" oberhalb der Montauer Spitze . . .	3 500	24 000	6.9	4.5
Weser bei Schlüsselburg	370	7 100	19.2	12.6
Ems bei Rheine	65	600	9.3	6.1
Pissek bei Johannisburg.	35	330	9.4	6.2

Der Niederländische Hauptmann des Ingenieurcorps, Baron van Brienen van Ramerus, fand im Sommer 1840 bei einem niedrigen aber nicht bei dem niedrigsten Wasserstande:

In den Weteringen oberhalb Zwolle 27½ kub. Fuss pro Secunde, Flussgebiet 11 Q. Meilen oder 2½ k. Fuss pro Q. Meile, gleich 1.7 Zoll Höhe der auf dem Flussgebiet gefallenen Regenmenge im Jahre; in der unteren Vechte unweit Zwolle 143 kub. Fuss pro Secunde von ungefähr 80 Q. Meilen, oder 1⅞ Fuss pro Q. Meile, gleich 1.2 zoll Höhe der Regenmenge; zusammen für das Schwarze-Wasser 170½ K. Fuss auf 91 Q. Meilen, oder 1.87 k. Fuss pro Meile, gleich 1.22 zoll Höhe.

In den trocknen Jahren 1857, 1858 und 1859 war das Wasserquantum noch bedeutend geringer.

In October 1851 bei einem niedrigen aber nicht dem niedrigsten Wasserstand fand ich in der Vechte bei Hardenberg (nicht weit von der deutschen Grenze) 110 Fuss pro Secunde auf 46 Q. Meilen, oder 2.4 k Fuss pro Meile, gleich 1.6 Zoll Höhe. In den trocknen Jahren 1857, 1858 und 1859 sank das Wasserquantum der Vechte, beim Stauwerk oberhalb Hardenberg, und der Regge beim Stauwerk

von Hankate, beide Flüsse zusammen und einige kleinere mit einen Flussgebiet von 88 Q. Meilen, auf 80 bis 112 k. Fuss pro Secunde herab, im Mittel auf rund 1 Fuss pro Secunde und pro Q. Meile oder 0.66 Zoll Höhe der auf dem ganzen Flussgebiet in einem Jahre gefallenen Regenmenge.

Als ich 1851 in Lingen und Meppen war, ward mir die Wassermenge der dortigen Flüsse wie folgt angegeben:

Die Ems oberhalb Meppen 452 k. Fuss pro Secunde, oder ein Viertel weniger als Hagen bei Rheine angiebt. Man bedenke aber, dass oberhalb des Stauwerkes bei Hanekenfähre ein Theil des Wassers durch Lingen in die Haase östlich von Meppen mittelst des Ems-Kanals abgeleitet wird.

Die Haase führte 291 k. Fuss pro Secunde ab, die Radde 16, sodass die Ems unterhalb Meppen 759 k. Fuss pro Secunde abführte. Das Flussgebiet ist annäherend 145 Q. Meilen. Die Capacität ist deshalb bei mittlerem Wasser 5.2 k. Fuss pro Secunde oder 3.4 Zoll Höhe des gefallenen Regenquantums. Die Ems ist bei mittlerem Wasserstand fahrbar für Schiffe von 4 Fuss Tiefe. Der Wasserstand war aber noch niedriger, oder unter *O* zu Meppen:

1846	(ein sehr trocknes Jahr)	202	Tage
1847	〃 〃 〃 〃	224	〃
1848		156	〃
1849		177	〃
1850		132	〃
	zusammen	891	〃

von den 1826 Tagen, oder 48.8 Procent. Das Wasser fällt bis 2.77 Fuss unter *O* zu Meppen, und das Wasserquantum wird dann wohl nicht mehr als 1.5 bis 2 Fuss pro Secunde und pro Meile sein, oder 1 bis 1.3 Zoll Höhe der Regenmenge.

§ 11. Schliesslich noch folgende Bemerkungen über die Obere-Maas bei Lüttich und Maastricht, welche zur Speisung

der Kanäle von Lüttich nach Maastricht und Herzogenbusch und durch die Belgischen Kempen nach Antwerpen benutzt wird.

Dieser Fluss, welcher unterhalb Lüttich ein Gebiet von annäherend 338 Q. Meilen hat, führt bei niedrigem Sommer Wasser 1500 k. Fuss pro Secunde ab, oder 4.4 k. Fuss pro Q. Meile, was mit einer Höhe der Regenmenge von 2.9 Zoll übereinstimmt. Als nur noch der Kanal von Maastricht bis Herzogenbusch gegraben war, gebrauchte dieser Kanal im Mittel 71 k. Fuss Wasser pro Secunde. Als später aber die Belgische Regierung den Kanal einerseits bis Lüttich durchgeführt, andrerseits einen Verbindungskanal mit Antwerpen gegraben hatte, und die Wiesen in der grossen Haide der Kempen mit Maaswasser überrieselte, kamen Klagen von den Einwohnern des unteren Maasthales; und nach jahrenlangen diplomatischen Unterhandlungen wurde das Maximum des Speisewassers auf 6 bis 10 k. Meter oder 194 bis 323 k. Fuss pro Secunde festgestellt, wobei ich nur noch darauf hinweisen will dass 100 Fuss pro Secunde 3153.6 Million k. Fuss pro Jahr gleich stehen.

Bei der Frage über die Speisung der projectirten Schleusenkanäle in Schleswig und Holstein, komme ich auf diesen Punct näher zurück.

IV. Die Föhrden der Ostküste.

§ 12. An der Ostküste Schleswigs greifen zwei Seearme tief in das Land hinein: die Schlei und die Eckernförde mit dem Windebyer Noer. Wiewohl in einigen Schriften die Schlei ein Fluss genannt wird, so ist doch das Flussgebiet der in dieselbe entwässerenden Bäche sehr unbedeutend im Vergleich mit dem Querprofil dieses Seearms, dessen Strömungen fast allein von der Windesrichtung und-Stärke herrühren. Auf einer dänischen Karte im Maasstab von 1:20000 finde ich die Längen und Oberflächen foldendermaassen angegeben.

Strecke.				Länge in Fuss.	Oberfläche in Mill. Q. Fuss.
Von	Schleswig	bis	Stexwigsenge	18000	74
"	Stexwigsenge	"	Missunde	18000	122
"	Missunde	"	Stubben-Lindau	30000	75
"	Stubben-Lindau	"	Rabolsund	48000	140
"	Rabolsund	"	Mundholm	16000	109
			Zusammen	130000	520

so dass die mittlere Breite 4000 Fuss ist, abwechselnd zwischen
400 bis 800 bei Missunde und Stexswig.
900 " 1800 bei Rabolsund, Arnis, Kappeln und Stubben.

Die grösste Breite, 13500 Fuss, findet man östlich von Luisenlund.

Die Tiefen sind eben so unregelmässig wie die Breiten und zwar:

4 bis 12 Fuss von Schleswig bis Fahrdorf.
10 " 14 " von da bis Stekswigsenge.
12 " 14 " mit einigen Puncten von 9 Fuss auf der breitesten Strecke.
15 " 17 " in den Engen bei Missunde.
18 " 24 " bis Stubben mit einen Punct von 16 und einem von 30 Fuss
15 " 24 " bis Arnis, mit einzelnen Puncten von 12 bis 14 Fuss.
24 " 40 " in den Engen von Arnis, Kappeln bis Rabolsund vorbei, mit einzelnen Untiefen wo nur 13 bis 19 Fuss Wasser ist.

Bei Maasholm und Mundholm wird es sehr flach und variirt die Wassertiefe zwischen 5 und 17 Fuss. Die Schleiufer sind im Allgemeinen ziemlich hügelig, wiewohl an vielen Stellen bedeutende Niederungen zwischen der Wasserfläche und dem Fuss der Höhen liegen. Diese Niederungen sind nur 1 bis 4 Fuss über gewöhnlichem Ostsee-stand erhaben oder 3½ bis ½ Fuss unter Nordseefluth bei Husum oder H. F. Die grössten dieser Niederungen liegen bei Palörde, Louisenlund, Holm, Missunde, u. s. w.

§ 13. Die Eckernförde bietet mit Ausnahme einer Untiefe in der Mitte der Ausmündung (das Mittel-Flack) überall die sehr grosse Tiefe von 78 bis 84 Fuss; und auch jene Untiefe von 22 Fuss ist nördlich und südlich durch ein Fahrwasser von 60 bis 80 Fuss Tiefe begrenzt. Das dänische Liniënschiff von 84 Kanonen Christian VIII, kam am 5 April 1849 bis auf wenige Hundert Schritt vom südlichen Ufer zwischen der Stadt Eckernförde und Sandkrug; und die neuesten Seekarten deuten noch 36 bis 42 Fuss Wasser bei der Stadt an.

Westlich von der Stadt Eckernförde liegt das Windebyer Noer, eine Wasserfläche, welche früher mit dem Meerbusen zusammenhing. Eine Brücke vereinigte damals die Stadt mit dem nördlich gelegenen Borbye. Im letzten Jahrzehnt aber ist die Brücke durch einen Erddamm von ungefähr 300 Fuss Länge und 31 bis 32 Fuss Kronenbreite ersetzt. Am 12 December 1864 lag dieser Damm 7.03 Fuss + Ostsee und 7.78 + Windebyer Noer, dessen Wasserstand damals 0.75 Fuss unter der Ostsee war. Wie man sagt, bleibt der Damm bei anhaltendem Ostwind nur $\frac{1}{2}$ bis 1 Fuss über dem Ostseewasser. Das Noer ist ungefähr $\frac{1}{4}$ Meile breit und $\frac{1}{3}$ Meile lang, und hat eine Oberfläche von 43 Millionen Q. Fuss. Die Tiefe ist (auf Petersen's Karte von 1849) 22 bis 38 Fuss, mit einzelnen Puncten von 11 bis 16 Fuss. Oberhalb Schnaabsmühle, welche 14 Fuss Gefälle hat, ist eine kleine Niederung.

Durch die vorspringende Landspitze bei Louisenberg ist der nördliche Theil der Eckernförde gegen N. O. und O. Winde geschützt, während der am südlichem Ufer liegende Goossee gegen diese Winde ganz offen liegt.

Die Breite der Eckernförde ist beim Goossee 8 400 Fuss.
zwischen Lehmberg und Noer. . . . . 14 400 „
„ Bökenis und Surendorf, quer über die Untiefe des Mittelflack's. 26 000 „

§ 14. Die Kieler-Bucht erstreckt sich in südlicher Richtung tief in Holstein hinein und hat eine bedeutende Tiefe. Die Breiten sind:

Bei Friedrichsort.	3800	Fuss
" Holtenau und Wick.	6000 bis 8000	"
" dem Rothen Feuer . . .	3500	"
" Kiel	1500	"

Die Tiefe ist nach den neuesten Seekarten 36 bis 54 Fuss. Während des Kriegs mit Rusland überwinterten mehrere der grössten Englischen und Französischen Kriegsschiffe in dieser Bucht, welche überall durch hügeliches Land umschlossen ist.

Endlich befindet sich an der Ostküste Holstein's die Neustädter Bucht, wo auch eine Meerestiefe von 36 bis 54 Fuss ganz nahe am Ufer gefunden wird.

V. Die Westküste.

§ 15. Die Westküste Schleswigs wird durch eine Reihe von Inseln geschützt, welche sich in den letzten zwei Jahrhunderten in Form und Grösse fast nicht geändert haben. Auf den Meyerschen Karten in "C. Danckwerth's Neue Landesbeschreibung" findet man dieselben Inseln, die auch jetzt noch bestehen und in derselben Form. In einem Sturm am 11 October 1634 ging ein grosser Theil der damaligen Insel Nordstrand verloren, und auf der Karte in Danckwerth (Man sehe das Karton, die Hever im Jahre 1651, auf der beigefügten kleinen Karte) ist die alte Form noch angedeutet.

Mehrere kleinere Inseln, Uitho oder Vitho der Westküste Eiderstedts gegenüber, Nubal bei Südfall, sind untergegangen. Nördlich von dem Neuenkoog und nördlich von der Elbemündung sind mehrere Kööge gewonnen.

Auf der ganzen Nordseeküste von der Scheldemündung bis Jütland, ist mir aber keine Strecke bekannt, welche in zwei Jahrhunderten sich so wenig geändert hat, wie die vom Neuenkoog bis Ording.

Eben so wenig wie die Küstenlinie, ist auch die Höhe der Watten im Allgemeinen geändert. Tetens sagt in seiner Marschreise, Th. I, S. 113.

"Das Watt ist an den meisten Stellen so hoch, dass

„zunächst am Deich, wo es doch etwas niedrieger ist, als „weiter davon ab, die Fluth etwa 3, 4 bis 5 Fuss ge„wöhnlich darüber tritt.“

Auf den neuesten Seekarten sind die Watten bezeichnet als: trocken bei halber oder dreiviertel Fluth, das ist bei 10 Fuss Unterschied zwischen Ebbe und Fluth, 2½ bis 5 Fuss unter Fluthhöhe. Von 1778 an, als Tetens Vorstehendes beobachtete, bis 1862, d. h. in 84 Jahren scheint also im Allgemeinen in dieser Beziehung keine wesentliche Veränderung eingetreten zu sein.

§ 16. Bei der Vergleichung mehrerer alten Seekarten im niederländischen Marine-Ministerium mit den älteren Meyerschen Karten, in Danckwerth und Blau, und mit den neuesten dänischen Seekarten, ist mir folgendes als bemerkenswerth aufgestossen.

Die angeschlossene kleine Karte von 1651 ist eine Copie in verjüngtem Maasstabe von Meyers Karte: Frisea Borealis. 1:370000, mit Hinzufügung einiger Namen aus einer anderen seiner Karten: Territoria Eidersted, Everschop et Utholm 1:89135. Die Form der alte Insel Nordstand vor 1634 ist noch angegeben. Die Hever hat ungefähr ihre jetzige Gestalt, die Mittelplaat ist schon vorhanden, der Fluss hat zwei Mündungen an beiden Seiten der Quage oder Quade. Die jetzige Pelwormer Tiefe hiess Falsdeep und war sehr klein. Dagegen strömte ein grosses Wasser „die Schluth,“ zwischen Hooge und Pelworm; die Verbindung desselben mit der Schmaltiefe nördlich von Hooge (die jetzige Süderau) war kleiner als jetzt. Zwischen Oland, Gröde und der Westküste war, wie es scheint, bei Ebbe die Verbindung zwischen der Schmaltiefe und der Schluth unterbrochen. Die Küste von Husum bis zum Neuenkoog nördlich und bis Westerhever westlich war wie jetzt, nur ist die Padeleckerhallig verloren gegangen und der kleine Dockkoog eingedeicht, wie auch nördlich vom Neuenkoog seit 1651 viele Ländereien eingedeicht sind.

In einer sehr figurativen Karte aus dem „Nieuwe en groote Lootsmans zeespiegel, Amsterdam 1680 by Casparus Lootsman," findet man eine Beschreibung wie man die Hever besegeln soll. Damals existirten noch die kleinen Inseln Vitho und Nuball; im Gat (Loch) wird gesagt sei mit halber Fluth 2½ Faden Wasser (15 Fuss, deshalb 10 Fuss bei Ebbe und 20 bei Fluth) und ausser dem Gat sei es sehr flach.

Im Vergleich mit dem Zustand von 1651 verläuft die Schluth schon zwischen Pelworm und Hooge; die jetzige Süderau und das Pelwormer Tief haben zugenommen. Das jetzige Nordstand war wieder eingedeicht und hiess Brabandskoog. Bei Fahretoft und Teetzbüll sind Ländereien eingedeicht, während sich ein breites Wasser zwischen der Küste und den Inseln Oland und Habel gebildet hat.

§ 17. Die Nieuwe Pascaert strekkende van Baltrum en Heiligenlandt tot Tonderen en het Graauwe diep, ist 1779 verlegt bei Johannes van Keulen en Zoonen in Amsterdam. Der Maasstab ist 1:245 500, scheint aber 1:230 000 sein zu müssen. Die Hever hat drei Mündungen; die, welche Nieuwe Gat (neues Loch) heisst, stimmt mit der jetzigen Neuen-Hever überein. Die jetzige Mittel-Hever kommt als Neue Hever vor und die nördliche Mündung (jetzt Alte-Hever) trägt keinen Namen. Die Pelwormer Tiefe hat zugenommen, ebenso die Süderau, während die alte Schluth zwischen Hooge und Pelworm noch weiter verlaufen ist. Ein tiefes Wasser scheidet die Inseln bei der Nordermarsch von der Westküste. Bis Husum sind 2 Faden Wasser angegeben und die äusseren Untiefen haben 2, 3 und 3½ Faden. Die Mittelplaat (auf der Karte von 1680 weggelassen) ist wieder angegeben mit Fahrwasser an beiden Seiten.

Auf einer Englischen Karte: A New general chart of the Northsea etc. by M. G. Spence, Lieut. Brodie and others. London 1812, im Maasstab von 1:775 000, hat die Hever ebenso wie jetzt 3 Mündungen,

aber mit anderen Namen. Die Untiefen sind mit 2 und 3 Faden Wasser (12 bis 18 Fuss) angedeutet Die Pelwormer Tiefe ist unverändert geblieben. Ebenso die alte Schluth zwischen Hooge und Pelworm. Das Wasser zwischen Föhr und Amrum ist seit 1651 immer grösser geworden, mit Ausnahme der Karte von 1680, wo es gänzlich fehlt.

Auf einer Holländischen Nieuwe kaart van de Wezer, Jahde etc. door J. G. Hulst van Keulen van de Velde, Amsterdam 1818, im Maasstab von 1:290000, sind die 3 Hevermündungen dieselben wie auf der Karte von 1779, und haben dieselben Namen wie auf der Karte von 1812. Die Untiefen sind mit 3 Faden Wasser angedeutet. Immer noch besteht die Mittelplaat mit Fahrwasser an beiden Seiten. Die Pelwormer Tiefe und die Hever sind durch einen Querstrom bei Südfall mit einander verbunden. Das Kleinediep (wahrscheinlich ist die Schmaltiefe damit gemeint) und Landsdiep scheinen fehlerhaft gezeichnet.

§ 18. Auf der beigefügten Karte von einem Theil von Schleswig-Holstein sind die Tiefen angegeben, wie sie auf Petersen's Karte von 1849 vorkommen, und die überein stimmen mit Geertz Karte von 1850. Auf diesen Karten sind wieder, wie auf der von 1651, die Breiten der Gewässer nicht mehr übertrieben angegeben, wie auf den ganz figurativen Karten von 1680, 1779 und einigermassen selbst von 1812 und 1818. Die Küstenlinie vom Neuen-Koog bis Westerhever ist noch wie 1651, die Mittelplaat besteht nicht mehr wegen Veruntiefung des südlichen Heverarms und Vertiefung des nördlichen. Ebenso findet man die Querverbindung zwischen der Hever und der Pelwormer Tiefe nicht mehr. Die äussere Barre ist in der Süderhever mit 13 Fuss Hamburger Maass (12 Fuss Rh.) angegeben. Die Untiefen südwestlich von Südfall (Heversteert und Robbensand) erstrecken sich weiter. Das Wasser zwischen Hooge und Pelworm ist gänzlich angeschlammt, ebenso grosse Flächen zwischen Hooge und Habel; aber eine schmale Rinne bleibt unter der Westküste

Schleswigs von Husum bis Dagebüll offen. Die Rinne hat dieselben Dimensionen wie auf der Karte von 1651, wo sie aber bei Habel unterbrochen ist.

Im Jahre 1853 wurde ein neues Fahrwasser unter dem Namen der Mittel-Hever betonnt, welches, wie es scheint, schon früher den Schiffern bekannt war and auch in älteren Chroniken erwähnt wird. Es stimmt so ziemlich überein mit der Neuen-Hever auf den Karten von 1779, 1812 und 1818. Der Dänische Capitain-Lieutenant Hammer, Lootsen- und Baken-Inspector an der Westküste der Halbinsel, berichtete in dem Jahr 1859 oder 1860 folgendes über die Hever (1):

„Bis zum Jahre 1853 fand man 13 Fuss auf der Barre „bei der Einfahrt in den südlichen Heverstrom. Nachdem „sich eine neuere und bessere Einfahrt gebildet und die „Tonnen nach dieser Mittel-Hever verlegt sind, ist die „Fahrt auf der Hever so viel besser und leichter geworden, „das dieselbe jetzt für die grossen Kauffahrtheischiffe be- „fahrbar ist. Die neue Barre hat nämlich 23 Fuss (Dänisches „Maass) bei Ebbe und 33 Fuss bei Fluth. Oberhalb der „Barre wechselt die Tiefe der Hever zwischen 6 und 10 „Faden und hat eine so grosse Breite, dass sie zu den besten „und tiefsten Gewässern der Bucht von Helgoland zu rechnen „ist, wenn sie durch ein Feuerschiff erleuchtet wird. 2¾ Meilen „oberhalb der Mündung, unweit der Insel Südfall, ist eine „schmale Barre von 13 Fuss Wasser bei Ebbe, und von 23 „bei Fluth. Dieser Umstand ist aber für die Schiffahrt nicht „weiter beschwerlich, weil dort fortwährend ein (Mahl)Strom „geht, welcher auch tiefgehenden Schiffen gestattet, diesen „Punct zu passiren.“

„Oberhalb dieses Puncts hat die Hever 5 bis 7 Faden

---

(1) Des betreffenden Rapports habe ich nicht habhaft werden können, und ich bin deshalb einer französischen Uebersetzung eines Auszuges aus diesem Rapport gefolgt, welche einer von Eckernförde aus an die Dänische Regierung eingereichten Adresse in Angelegenheiten des Kanals beigefügt war. Die Mittheilung der Adresse verdanke ich Herrn Feldstedt in Eckernförde.

„Wassertiefe und endigt bei den Halligen vor Husum mit „3 Faden Tiefe. Von da bis zum Dockkoog, einer Distance „von ungefähr ¼ Meile, findet man zur Zeit der Ebbe nur 2 „Fuss Wasser.„

§ 19. Im September 1864 wurden von dem jetzigen Kanal-Komité einige Peilungen auf der Hever gemacht. Auf der im Maasstabe von 1 : 80000 darüber angefertigten Karte, findet man folgende Tiefen:

Vor der Ausmündung der Husumer Aue, wo bei Ebbe 12 Fuss Wasser steht, nimmt die Tiefe bald zu bis 30 Fuss, und bleibt abwechselnd von 30 bis 59 Fuss bis Südfall, wo sich eine kleine Barre mit 14 bis 15 Fuss, mit einer sehr schmalen Rinne daneben befindet, die 19 Fuss Wasser hat. Dann wechselt die Tiefe zwischen 26 und 50 Fuss, mit einer sehr kurzen Stelle von 19 Fuss, bis zur Pelwormer Tiefe, wo 36 bis 60 Fuss Wasser ist. In der mittleren Hever findet man dann wieder (wie 1853) 23 Fuss auf der Barre, und daneben bald 30 bis 45 Fuss. Die Innere Barren sind sehr unbedeutend, auch die äussere ist nur ungefähr einige Tausend Fuss lang.

Als ich im December 1864 auf der Hever war, fand ich (alle Tiefen zur Ebbe reducirt) am 2 December beim Au-Baken und Lunderberger Sand 25 Fuss; beim Moordeich 26 Fuss, mitten im Fahrwasser; etwas weiter beim Kohlhaven 26 bis 32 in der Mitte; am 3 December erst 37 Fuss, später abwechselnd 55 bis 37, mit kleinen Barren von 20 bis 14 Fuss. Bei aufkommender Fluth war die Steigung des Wassers:

10	Uhr	25	Minuten	stand	es	gleich	. . . 0	Fuss.
11	„	37	„	„	„	„	. . . 3½	„
12	„	26	„	„	„	„	. . . 5⅔	„
1	„	8	„	„	„	„	. . . 7⅓	„
1	„	30	„	„	„	„	. . . 8	„ (1)

(1) Damals war das Watt, süd-westlich von Südfall, am südlichen Ufer der Hever, ganz mit Wasser bedeckt.

1 Uhr 48 Minuten stand es gleich	. . .	8½ "
4 " " " " " "	. . .	9½ "

Am 4 December 1864 war der Wellenschlag zu stark, um die Peilungen auf der äusseren Barre fortzusetzen.

Später wurden noch folgende Beobachtungen angestellt.

Am 19 Juni 1865 war die Stauung bei Süderoog

Morgens	3¾	Uhr gleich	0 Fuss	oder	9.6	Fuss unter H. P.
"	6	" "	6.4 "	"	3.2	" " "
"	8	" "	7.9 "	"	1.7	" " "
"	9	" "	8.6 "	"	1.0	" " "
"	9½	" "	8.6 "	"	1.0	" " "
"	10½	" "	8.0 "	"	1.6	" " "
"	11	" "	7.5 "	"	2.1	" " "

Der Wind war Nord-West und zwar ziemlich stark. An der Husumer Schleuse war am selbigen Tage

die Fluth 10¼ Uhr 0.4 Fuss unter H. O.
" Ebbe 4¾ " 10.2 " " " "

§ 20. Am 8 July 1865 war die Stauung bei Pellworm

Morgens	7½	Uhr gleich	0 Fuss	
"	9½	" "	4.75 "	(1)
"	11½	" "	8.33 "	
Mittags	1½	" "	11.33 "	gleich 0.2 Fuss unter 0 des H.P.
Abends	8	" "	0 "	
"	10	" "	4.92 "	
"	12	" "	8.67 "	
Am 9 July				
Morgens	2	" "	12.08 "	

Bey Tetenbüller Spieker war zu gleicher Zeit die Stauung am 8 July 1865.

Morgens	8	Uhr gleich	0 Fuss
"	10	" "	4.67 "
"	12	" "	8.17 "

---

(1) Die Aufgaben waren in Duodecimal Zoll gemacht und sind hier auf Decimal Zoll reducirt.

um 1 Uhr gleich 0 des H. P.
Mittags 2 Uhr gleich 11.25 Fuss
Abends 8½ 〃 〃 0 〃
〃 10½ 〃 〃 4.82 〃
〃 12½ 〃 〃 8.50 〃
Am 9 July
Morgens 2½ 〃 〃 11.82 〃

An demselben Tage war die Wasserhöhe über oder unter 0 des Husumer Pegels:

Bey		Fluth			Ebbe	Wind
Pellworm	um 1° 30′	— 0.2	um	6° 45′	— 8.3	S. W.
Westerhever	〃 2°	0.8 +	〃	8°	— 7.6	S.
Südfall	〃 1° 15′	0.0	〃	7° 30′	— 9.00	S. S. W.
Tetenbüllerspieker	〃 1°	0.0	〃	8°	— 9.00	S.
Husumer Schleuse	〃 2°	0.2 +	〃	8° 35′	— 9.7	S. W.
Hattstedterdeich	〃 2°	— 0.4				S. und S. W.
Pohnshallig	〃 2°	0.5 +				S. W. und W.
Bordelumersiel	〃 2° 15′	0.5 +				W. S. W.
Ockholm	〃 1°	0.5 +				S. W.

Zu gleicher Zeit war die Ostsee bei Eckernförde 5.2 Fuss und im Windebyer Noer 4.7 Fuss unter 0 des H. P.

§ 21. Am 30 Juny 1865 wurden folgende Wasserhöhen beobachtet:

Bey		Fluth			Ebbe	Wind
Pellworm	um 6° 30′	— 1.3	um	12° 30′	— 8.6	O.
Westerhever	〃 7° 30′	— 1.8	〃	1°	— 7.5	O.
Südfall	〃 6° 45′	— 1.7	〃	1°	— 9.5	N. O.
Tetenbüllerspieker	〃 6° 30′	— 1.5	〃	1°	— 9.0	O.
Husumer Schleuse	〃 6° 30′	— 1.9	〃	2° 30′	— 10.4	O.
Hattstedterdeich	〃 6° 30′	— 0.4				S. O.
Pohnshallig	〃 7° 30′	— 2.0				O.
Bordelumersiel	〃 7°	— 1.8				O.
Ockholm	〃 7° 30′	— 2.0				N.

Bey Eckernförde stand das Wasser um 12 Uhr — 3.6 und im Windebyer Noer auf — 5.0 Fuss.

Bei einen Sturm am 30 Mai 1865 fand man:

Bey		Fluth		Ebbe	Wind
Pellworm	um 6°	+ 5	um 12°	— 6.7	S. W.
Süderoog	" 6°	+ 4.9	" 10° 45′	— 8.0	S. W., N. W.
Westerhever	" 6° 30′		" 11°	— 6.0	W.
Südfall				— 8.0	S. W. zu W.
Tetenbüllerspieker	" 6°	+ 7			S. und S. W.
Husumer Schleuse	" 6° 25′	+ 7.5	" 12°	— 8.4	S. W.
Hattstedterdeich	" 6° 30′	+ 7.0			N.W. u.S.W.
Pohnshallig	" 6° 30′	+ 7.0			S. W.
Bordelumersiel	" 6° 30′	+ 7 bis 8			W.
Ockholm	" 6° 30′	+ 8			

Bey Eckernförde um 12 Uhr — 5.4, im Windebyer Noer — 5.0, die Schlei bey Schleswig — 6.2.

Abgesehen von kleinen immerhin möglichen Fehlern in dem Stande der Wassermarken und in den Beobachtung derselben, ist noch (zumal bei der Ebbe) zu berücksichtigen:

1°. Dass die Beobachtungen nicht immer zu ganz derselbe Stunde geschehen sind, und dass die angegebene Ebbe noch nicht immer der niedrigste Ebbestand war, sowie ferner

2°. Dass vielleicht der Ausfluss des Binnenwassers (die meisten Marken sind an Schleusen angebracht) auf den Wasserstand bei der Ebbe einigen Einfluss gehabt haben kann.

Wenn man auf diese Umstände achtet, ergeben die angestellten Beobachtungen folgende Resultate:

a. Bei Fluth und nicht starkem S. W. Wind (8 Juli), ist die Fluthhöhe so ziemlich gleich bei Pellworm und an der Festlands-Küste. Das Gefälle von 0.7 Fuss zwischen Pohnshallig z. B. und Pellworm ist unbedeutend.

b. Bei Fluth und O. Wind (30 Juni) ist das Gefälle zwischen Pellworm und der Küste auch 0.7 Fuss, aber in umgekehrter Richtung. Es ist dann höher bei Pellworm.

c. Bei einen Sturm aus dem S. W. (30 Mai) war das Fluthwasser 2 bis 3 Fuss höher an der Küste als bei Pellworm.

d. Während der Ebbe fällt das Wasser wie es scheint

unter allen Umständen schneller bei der Husumer Schleuse als bei Pellworm, Westerhever, u. s. w

§ 22. Die Oberfläche des Bassins, welches zwischen der Westküste Schleswigs, der Nordküste Eiderstedts und den beiden Linien von Süderoog his Westerhever und von Süderoog nach der Küste hinter Hamburger Hallig liegt, ist (vermessen auf der Preussischen General-Stabskarte im Maasstabe 1 : 100 000) 6.4 Quadrat Meilen, jede von 576 Million Quadrat Fuss. Bei weitem der grössere Theil dieses Bassins aber besteht aus Watten, die auf den neuesten Seekarten angedeutet sind als trocken bei halber Fluth; einige liegen etwas niedriger, andere sind nur trocken bei ¾ Fluth, und im Mittel glaube ich annehmen zu können, dass die Watten dieses Spülbassins auf 4 Fuss unter ordinärer Fluth oder 6 Fuss über ordinärer Ebbe liegen. Und da nun (siehe § 19) das Wasser ungefähr 2½ Stunden braucht, um 6 Fuss zu steigen, so folgt hieraus, dass die Fluth während der ersten 2½ Stunden die eigentliche Wattströme und die niedrigen Watten und erst in den letzten 3½ Stunden das ganze Bassin füllt. Hierbei ist zu bemerken, dass das äussere Watt bei Süderoog auf ¾ der Fluthhöhe und selbst höher angegeben ist, und dass die wenig über ordinaire Ebbe sich erhebenden Watten bei Nordstrand liegen. Sobald die niedrigen Watten und die Wattströme gefüllt sind, wird der Fluthstrom weniger, weil während der letzten Stunden das Profil der Einströmung, über die Watten bei Süderoog, Pellworm und Hooge, grösser wird. Ich finde auch in einem Rapport vom 10 Juli 1865 über die Vermessungen und Beobachtungen vom 8 und 9 Juli bemerkt:

„Die Fluth-Strömung betrug nach mehreren vorgenom-
„menen Messungen bei Süderoog und Tetenbüll-Spieker von
„2½ bis 3¾ Knoten (1). Hierbei ist natürlich im Hever-

---

1) Die Zahl Knoten in einer halbe Minute, die Zahl englischer Seemeilen oder geographischer Minuten in einer Stunde, und die Zahl

„Fahrwasser zu beachten, dass diese Strömungen sehr dif-
„feriren, denn so lange das Watt nicht unter staut, ist die
„Strömung ein weit grössere als nach dem.“

Von der obengenannten 6.4 Quadrat-Meilen betragenden Oberfläche des Bassins kommen nun kaum ¼ oder 1.57 Quadrat-Meilen auf die eigentlichen Wattströme. Und die Oberfläche des Bassins der Ober-Hever (zwischen Nordstrand einerseits und Eiderstedt und der Westküste Schleswigs andererseits) ist nur 1.44 Quadrat-Meilen, von welchen nur 0.211 Quadrat-Meilen oder ⅐ auf die Wattströme kommen.

Bei der Ebbe fliesst das Wasser in den ersten Stunden eben so wohl durch die Ströme als über die Watten zurück, und erst in den letzten Stunden der Ebbe ist das abfliessende Wasser in den Wattströmen concentrirt. Für die obere Hever zwischen Tetenbüll und Dreisprung auf Nordstrand kann man annäherend das abfliessende Wasserquantum in den letzten 3 Stunden auf $0.211 \times 576 \times 6$ Million Cubik-Fuss angeben, und diese Wassermasse nimmt bei Lundenberger-Sand, wo das Spülbassin der Ströme nur 0.084 Quadrat-Meilen Oberfläche hat, bis $0.084 \times 6 \times 576$ Million Kubik-Fuss ab. Für die eigentliche Husumer Aue wird es ganz unbedeutend und beschränkt sich auf die Füllung und Leerung des Hafens und auf den Abfluss des kleinen Mühlenteichs.

Mit der Verkleinerung des Spülbassins nimmt daher auch die Tiefe des Fahrwassers fast von 30 bis 1 à 2 Fuss unter Ebbe ab.

§ 23. Bekanntlich hängt die Tiefe eines Fahrwassers an der Küste von der Grösse der Spülkraft ab, und diese ist ein Product

1°. von dem Unterschied zwischen Ebbe und Fluth und der längeren oder kürzeren Dauer der Ebbe;

---

deutscher Seemeilen in einer Wache, sind einander gleich. 2½ bis 3¾ Knoten pro halbe Minute sind deshalb gleich 2½ bis 3¾ deutchen Meilen pro Wache von 4 Stunden.

2°. von der Ausdehnung und Beschaffenheit des Spülbassins;

3°. von der Wassermasse, welche durch Ströme aus dem Innern des Landes zugeführt wird.

Der Jahde Busen, in welchem man bei Heppens eine sehr grosse Tiefe am westlichen Ufer findet, wird nur durch Ebbe und Fluth, welche ein grosses Bassin füllen, tief gehalten. Es mündet dort kein Gewässer von einiger Bedeutung aus. Das Spülbassin südlich der Enge bei Heppens ist nicht so gross als das der unteren Hever.

Die Ems-Mündung ist bis Delfzijl für grosse Schiffe fahrbar, und war es schon im Jahre 1665, als während des Krieges zwischen Holland und England eine Escadre von 19 Schiffen unter de Ruijter ohne Lootsen, und obgleich die Tonnen des Krieges wegen aufgenommen waren, bis Delfzijl fuhr. Das Admiralschiff hatte 68 Kanonen und 315 Mann, und wahrscheinlich eine ziemlich grosse Tiefe. Das Spülbassin, der Dollart, wird durch Eindeichungen immer kleiner, und die nicht sehr bedeutende Ems, welche hier ausströmt, trägt vielleicht durch das Anschlammen des Dollarts mehr zur Veruntiefung als zur Vertiefung des Fahrwassers bei.

Die Tiefe bei Nieuwediep am nördlichsten Puncte Nord-Hollands ist in den Jahren 1778 bis 1781 durch Anlage eines Fangdammes sehr vergrössert, und obgleich der Unterschied zwischen Ebbe und Fluth hier keine 9 à 10, sondern kaum 4 Fuss beträgt, war dieser Fangdamm genügend, um bis jetzt die Tiefe zu erhalten. Und doch ist das Spülbassin unmittelbar innerhalb des Fangdammes durch Eindeichung des Koegras im Jahre 1817, und des Anna-Paulowna-Kooges im Jahre 1845 sehr viel kleiner geworden als es bei dem Bau des Dammes war.

Die Mündung der Maas beim Hoek van Holland dagegen, wo früher und noch im Anfang des 18ten Jahrhunderts die grössten damaligen Linien Schiffe von 74 Kanonen fahren konnten, ist mit der Zeit dermaassen angeschlammt, dass die grösseren Schiffe später nur auf einem grossen Umwege

über Dordrecht nach Rotterdam segeln konnten, bis in den Jahre 1824 bis 1828 der Kanal von Voorne gegraben wurde; jetzt gräbt man aber mit einen Aufwand von mehreren Millionen eine neue Maas-Mündung durch den Hoek, die mit Leitdämmen bis zur Tiefe von 8 Meter oder 25.5 Fuss im Meer gebracht wird. Freilich führen die Flüsse Leck und Maas eine grosse Menge Wasser ab, das aber auch wiederum sehr viel Schlammtheile enthält.

Diesen Schlammgehalt des Wassers finde ich wie folgt angegeben:

für die Eider auf $\frac{1}{12848}$ des Gewichtes. (Christensen's Denkschrift von 1848, Seite 23).

für die Elbe (1) auf $\frac{1}{2274}$ des Gewichtes.

〃 die Waal bei Nimwegen (2) in Januar, Februar und März 1865:

auf $\frac{1}{25000}$ bei einem niedrigen Wasserstand

〃 $\frac{1}{16428}$ bei einem mittleren 〃

〃 $\frac{1}{8429}$ bis $\frac{1}{7143}$ bei einem beinahe 6 Fuss höheren Wasserstand,

〃 $\frac{1}{3913}$, $\frac{1}{3077}$, $\frac{1}{3477}$ bei einem noch höheren Wasserstand, am Tage nach der Beendigung des Eisganges

Ein Strom ohne Schlick, in Verbindung mit einem grossen Spülbassin für Meer-Wasser würde entschieden daher zur Erhaltung der Tiefe das beste Mittel sein, und glaube ich, dass beides bei der Hever besteht oder hergestellt werden kann. Ehe ich jedoch zum Beweis dieser Behauptung über gehe, will ich zunächst die Vergleichung des gleichzeitigen Standes des Meeres an der Ost- und Westküste voranschicken.

§ 24. Während einiger Monate des Jahrs 1865 ist der Wasserstand täglich an der West-Küste bei Ebbe und bei Fluth und an der Ostküste Mittags 12 Uhr notirt. Das Resultat ist in folgender Tabelle zuzammengestellt:

---

(1) Im Jahre 1850, man sehe die Kieler Denkschrift vom 1865, Seite 46.

(2) Versuche vom Ingenieur van der Toorn, man sehe die Werke des Königl- Niederl. Ingen. Inst. Notulen der Vergadering van 8 Junij 1865, Seite 228 und 229.

DATUM.	Husumer Schl.		Schleswig.	Eckernförde.	
	Ebbe.	Fluth.		Ostsee.	Noer.
April	zur 0 des Husumer Pegels.				
14	— 8,9	— 0,3	— 5,0	— 5,1	— 5,1
15	— 9,1	— 0,9	— 5,0	— 4,7	— 5,1
16	— 9,5	— 0,8	— 5,0	— 5,2	— 5,0
17	— 9,2	— 1,2	— 5,0	— 4,7	— 5,0
18	— 9,4	— 1,0	— 5,0	— 4,7	— 5,0
19	— 9,5	— 2,2	— 4,3	— 4,8	— 5,0
20	— 9,7	— 2,4	— 4,0	— 4,1	— 5,0
21	— 9,6	— 2,5	— 4,2	— 4,7	— 5,0
22	—10,0	— 2,2	— 4,3	— 5,1	— 5,0
23	— 9,5	— 1,5	— 5,0	— 5,1	— 5,0
24	— 9,8	— 1,1	— 5,2	— 4,6	— 5,0
25	— 9,7	— 0,5	— 5,3	— 5,2	— 5,1
26	— 8,5	+ 1,5	— 6,0	— 6,3	— 5,1
27	— 8,6	+ 1,0	— 6,2	— 5,0	— 5,2
28	— 9,8	+ 8,0	— 5,2	— 4,5	— 5,3
29	— 9,3	+ 5,0	— 4,2	— 5,1	— 5,3
30	— 9,7	— 0,5	— 4,3	— 4,5	— 5,2
Mai					
1	— 9,5	— 0,5	— 4,3	— 5,3	— 5,2
2	— 9,0	— 0,6	— 5,0	— 4,7	— 5,2
3	— 8,9	— 0,8	— 4,3	— 4,5	— 5,2
4	— 9,3	— 1,1	— 5,2	— 4,5	— 5,2
5	— 8,9	— 1,0	— 4,3	— 4,3	— 5,2
6	— 9,8	0	— 5,0	— 5,1	— 5,1
7	— 9,6	— 0,3	— 5,1	— 5,2	— 5,1
8	—10,0	— 0,9	— 5,0	— 4,5	— 5,2
9	—10,0	— 1,3	— 4,2	— 4,3	— 5,1
10	— 9,8	+ 2,0	— 4,1	— 4,0	— 5,1
11	— 9,9	— 0,1	— 5,0	— 4,4	— 5,1
12	— 8,9	+ 5,0	— 5,3	— 5,2	— 5,0
13	— 9,0	— 0,4	— 5,1	— 5,1	— 5,0
14	— 9,1	— 0,3	— 5,0	— 5,1	— 5,1
15	— 8,7	0	— 5,0	— 4,7	— 5,0
16	— 9,0	+ 4,0	— 5,1	— 5,1	— 5,0
17	— 9,6	— 0,7	5,0	— 4,7	— 5,0
18	— 9,4	— 0,4	— 5,0	— 4,7	— 5,0
19	— 9,6	— 0,5	— 5,0	— 4,4	— 5,0
20	— 9,7	— 0,7	— 4,4	— 4,4	— 5,0
21	—10,0	— 1,5	— 4,3	— 4,2	— 5,0
22	—10,0	— 1,1	— 4,2	— 4,4	— 5,0
23	— 9,8	— 0,4	— 4,3	— 4,4	— 5,0
24	— 9,9	— 0,3	— 4,4	— 4,5	— 5,0
25	— 9,4	+ 3,0	— 5,0	— 5,1	— 5,0
26	— 9,6	+ 6,0	— 5,1	— 5,1	— 5,0
27	— 9,5	+ 2,0	— 5,1	— 5,1	— 5,0
28	— 8,7	+ 5,0	— 5,2	— 5,1	— 5,0
29	— 9,6	+ 6,0	— 5,3	— 5,5	— 5,1
30	— 8,4	+ 7,5	— 6,2	— 5,4	— 5,0
31	— 9,3	+ 2,0	— 6,4	— 7,4	— 5,3
Juni					
1	— 9,9	— 0,9	— 4,4	— 4,2	— 5,2
2	— 9,7	— 1,4	— 4,0	— 3,3	— 5,2
3	—10,3	— 1,0	— 4,3		
4	— 9,7	— 0,7	— 5,0		

SCHLESWIG UND ECKERNFÖRDE IM JAHRE 1865.

Unterschied zwischen Schleswig und Husum.		Unterschied zwischen Eckernförde und Husum.		Untersch. zwischen		Windes richtung bei Husum.
bei Ebbe.	bei Fluth.	bei Ebbe.	bei Fluth.	Schleswig und Eckernf.	Ostsee und Noer.	
+ 3,9	— 4,7	+ 3,8	— 4,8	+ 0,1	0	S. W. und N. W.
+ 4,1	— 4,1	+ 5,0	— 3,8	— 0,3	+ 0,4	N. N. O.
+ 4,5	— 4,2	+ 4,3	— 4,4	+ 0,2	— 0,2	S. O. und N. O.
+ 4,2	— 3,8	+ 4,5	— 3,5	— 0,3	+ 0,3	S. O.
+ 4,4	— 4,0	+ 4,7	— 3,7	— 0,3	+ 0,3	S. S. O.
+ 5.2	— 2,1	+ 4,7	— 2,6	+ 0,5	+ 0,2	Ost. Sturm.
+ 5,7	— 1,6	+ 5,6	— 1,7	+ 0,1	+ 0,9	O. und O. N. O. Sturm.
+ 5,4	— 1,7	+ 5,4	— 2,2	+ 0,5	+ 0,3	Ost. Strum.
+ 5,7	— 2,1	+ 5,7	— 2,9	+ 0,8	— 0,1	O. S. O.
+ 4,5	— 3,5	+ 4,5	— 3,6	+ 0,1	— 0,1	O. S. O.
+ 4,6	— 4,1	+ 4,6	— 3,5	— 0,6	+ 0,4	O. S. O.
+ 4,4	— 4,8	+ 4,5	— 4,7	— 0,1	— 0,1	N. N. W.
+ 2,5	— 7,5	+ 2,2	— 7,8	+ 0,3	— 1,2	W N. W.
+ 2,4	— 7,2	+ 3.6	— 6,0	— 1,2	+ 0,2	W. N. W.
+ 4,6	—13,2	+ 5,3	—12,5	— 0,7	+ 0,8	W. N. W.
+ 5,1	— 9,2	+ 4,2	—10,1	+ 0,9	+ 0,2	N. W.
+ 5,4	— 3,8	+ 5,2	— 4,0	+ 0,2	+ 0,7	N. N. O.
+ 5.2	— 3,8	+ 4,2	— 8,4	+ 1,0	— 0,1	N. N. O. und W. S. W.
+ 4,0	— 4,4	+ 4,3	— 4,1	— 0,3	+ 0,5	S. W. und O.
+ 4,6	— 3,5	+ 4,4	— 3,7	+ 0,2	+ 0,7	S W. und N.
+ 4,1	— 4,1	+ 4,8	— 3,4	— 0,7	+ 0,7	N. N. O. und O.
+ 4,6	— 3,3	+ 4,6	— 3,3	0	+ 0,9	S. W. und O.
+ 4,8	— 5,0	+ 4,7	— 5,1	+ 0,1	0	S. S. W. und S. W.
+ 4,5	— 4,8	+ 4,4	— 4,9	+ 0,1	— 0,1	N. W.
+ 5,0	— 4,1	+ 5,5	— 3,6	— 0,5	+ 0,7	N. N. O. und O. S. O.
+ 5,8	— 2,9	+ 5,7	— 3,0	+ 0,1	+ 0,8	S. O. und. O.
+ 5,7	— 6,1	+ 5,8	— 6,0	— 0,1	+ 1,1	S. O. und W. S. W.
+ 4,9	— 4,9	+ 5,5	— 4,3	— 0,6	+ 0,7	O. S. O.
+ 3.6	—10,3	+ 3,7	—10,2	— 0,1	— 0,2	S. W.
+ 3,9	— 4,7	+ 3,9	— 4,7	0	— 0,1	S. W. und W. N. W.
+ 4,1	— 4,7	+ 4,0	— 4,8	+ 0,1	0	S S. O. und N. O.
+ 3,7	— 5,0	+ 4,0	— 4,7	— 0,3	+ 0,3	S. und W. S. W.
+ 4,1	— 9,1	+ 3,9	— 9,1	0	— 0,1	W. S. W. und N. W.
+ 4,6	— 4,3	+ 4,9	— 4,0	— 0,3	+ 0,3	S. W. und S. O
+ 4,4	— 4,6	+ 4,7	— 4,3	— 0,3	+ 0,3	S. S. W. und N. W.
+ 4,6	— 4,5	+ 5,2	— 3,9	— 0,6	+ 0,6	N. N. W.
+ 5,3	— 3,7	+ 5,3	— 3,7	0	+ 0,6	O.
+ 5,7	— 2,8	+ 5,8	— 2,7	— 0,1	+ 0,8	O. und N. O.
+ 5,8	— 3.1	+ 5,6	— 3,3	+ 0,2	+ 0,6	O. und S. O
+ 5,5	— 3,9	+ 5,4	— 4,0	+ 0,1	+ 0,6	N. W.
+ 5,5	— 4,1	+ 5,4	— 4,2	+ 0,1	+ 0,5	N. O. und O. N. O.
+ 4,4	— 8,0	+ 5,3	— 8,1	+ 0,1	— 0,1	N. W.
+ 4,5	—11,1	+ 5,5	—11,1	0	— 0,1	N. W.
+ 4,4	— 7,1	+ 5,4	— 7,1	0	— 0,1	W. N. W. und W.
+ 3,5	—10,2	+ 3,6	—10,1	— 0,1	— 0,1	S. S. W.
+ 4,3	—11,3	+ 4,1	—11,5	+ 0,2	— 0,4	S. W. und W. S. W.
+ 2,2	—13,7	+ 3,0	—12,9	— 0,8	— 0,4	West nnd S. W. Sturm.
+ 2,9	— 8,4	+ 1,9	— 9,4	+ 1,0	— 2,1	N. W. und N.
+ 5,5	— 3,5	+ 5,7	— 3,3	— 0,2	+ 1,0	O. S. O. und N. W.
+ 5,7	— 2,6	+ 6,4	— 1,9	— 0,7	+ 1,9	O. S. O.
+ 6,0	— 3,3					S. W. und S. O.
+ 4,7	— 4,3					N. W. und. W. N. W.

§ 25. Aus diesen Beobachtungen geht hervor:

1°. Dass der gewöhnliche Unterschied zwischen der Ostsee bei Eckernförde und der Schlei bei Schleswig unbedeutend ist.

2°. Dass die Schlei bei Schleswig in den 52 beobachteten Tagen unter der Fluth zu Husum stand:

0	bis	2.5	Fuss	an	4	Tagen
2.6	"	4	"	"	15	"
4.1	"	5	"	"	19	"
5.1	"	8	"	"	5	"
8.1	"	13.7	"	"	9	"

und über der Ebbe zu Husum:

0	bis	2.5	Fuss	an	3	Tagen
2.6	"	4	"	"	7	"
4.1	"	5	"	"	25	"
5.1	"	6.7	"	"	17	"

An keinem einzigen Tage war die Ostsee so hoch, als die Fluth zu Husum, an keinem einzigen Tage die Ostsee so niedrig als die Ebbe dort. An allen 52 beobachteten Tagen war deshalb der Wasserstand in der Nordsee in einem bestimmten Augenblicke zwischen Ebbe und Fluth eben so hoch als in der Ostsee, und an allen Tagen würde die Fahrt, während einiger Zeit, ohne Durchschleusung möglich gewesen sein, wenn ein Kanal mit End-Schleusen zur Verbindung der beiden Meere hergestellt wäre. Später werden wir auch sehen, dass an fast allen Tagen der Strom während einiger Zeit, zu stark im Kanal sein würde, um die End-Schleusen entbehren zu können.

An allen 52 Tagen würde es ferner möglich gewesen sein, durch einen solchen Verbindungskanal den Hafen von Husum mit Ostsee-Wasser, und nöthigenfalls die Ostsee-Häfen mit Nordsee-Wasser durch kräftige Spülung offen zu halten.

Bevor wir jedoch auf die Art und Weise der Herstellung eines solchen Verbindungskanals näher eingehen, möge eine kurze Darstellung der verschiedenen vorgeschlagenen Kanäle und auch des bestehenden Eiderkanals hier einen Platz finden.

VI. Frühere Entwürfe für einen Verbindungskanal.

§ 26. Von allen früheren Entwürfen ist nur der Eiderkanal zwischen Rendsburg und der Kielerbucht zur Ausführung gekommen. Dieser Kanal ist jedoch nur für kleinere Schiffe von 8.6 Fuss Tiefe, 91.7 Fuss Länge und 23.8 Fuss Breite fahrbar. Bei Rendsburg steigt die Fluth noch 3 Fuss über Ebbe, und die Fluth Höhe ist so ziemlich der zu Husum gleich. Zwischen 1 April und 31 Mai 1865 war die Fluth

während 6 Tage dem Null des Husumer Pegels gleich.
〃 18 〃 von 0.1 bis 1.2 Fuss darunter.
〃 37 〃 〃 0.1 〃 2.7 〃 darüber.

In folgender Tabellen sind einige Wasserhöhen an denselben Tagen zusammengestellt.

Unter-Eider bei Rendsburg.

			Fluth.	Ebbe.	
4	April	1865	— 1.0	— 4.1	W. S. W.
12	〃	〃	— 0	— 3.8	W.
20	〃	〃	— 2.7	— 6.0	O.
21	〃	〃	— 2.3	— 6.3	O. S. O.
29	〃	〃	+ 1.2	— 2.8	N. W.
15	Mai	〃	— 0	— 4.3	S. S. O.
21	〃	〃	— 0.7	— 5.3	O. S. O.
29	〃	〃	+ 0.9	— 2.7	W. S. W.
30	〃	〃	+ 1.1	— 1.8	W. S. W.
31	〃	〃	+ 1·0	— 1.5	W.

			Husumer Schleuse. Fluth.	Ebbe.		Ostsee bei Eckernförde.
4	April	1865	— 1.5	— 9.2	N. W. u. O. N. O.	
12	〃	〃	— 1.0	— 9.4	S. W.	
20	〃	〃	— 2.4	— 9.7	O.u.O.N.O.Sturm.	— 4.1 O.
21	〃	〃	— 2.5	— 9.6	O. Sturm.	— 4.7 O.
29	〃	〃	+ 5.0	— 9.3	N. W.	— 5.1 N.W.

		Husumer Schleuse. Fluth.	Ebbe.		Ostsee bei Eckernförde.
15 Mai 1865		0 —	8.7	S. u. W. S. W.	— 4.7 O.
21 „ „		— 1.5 —	10.0	O. u. N. O.	— 4.2 O.
29 „ „		+ 6.0 —	9.6	S. W. u. W. S. W.	— 5.5 W.
30 „ „		+ 7.5 —	8.4	W. Sturm S. W. St	— 5.4 W.
31 „ „		+ 2.0 —	9.3	N. W. u. N.	— 7.4 N. W.

Man seht hieraus, dass die Ebbe unterhalb Rendsburg
am 20 und 21 April 1.9 und 1.6 Fuss niedriger war } als die
„ 30 „ 31 Mai 3.6 „ 5.9 „ höher war } Ostsee.

Die Scheitelhaltung des Eiderkanals liegt 21.5 Fuss über Nordseefluth und 25.2 Fuss über der Ostsee. Dieses Gefälle ist an jedem Abhang ziemlich gleich auf drei Schleusen vertheilt. Oberhalb Rendsburg ist die erste Haltung (die sehr breite und tiefe Obereider) 9.6 Fuss über der Ostsee und 4.9 Fuss über Nordseefluth.

Zur Speisung der Scheitelhaltung braucht man das Wasser der Ober-Eider, mit einem Stromgebiet von 8 Q. Meilen. In den Jahren 1857 und 1858 scheint diese Speisung ungenügend gewesen zu sein Die Zahl der durchschleusenden Schiffe war von 1841 bis 1863 also in 23 Jahren 79 318 oder im mittel 3449 im Jahre und zwar:

1846 . . .	4019	Jahre der grössten Frequenz.
1847 . . .	4172	
1863 . . .	4269	
1848 . . .	1832	Kriegsjahre.
1849 . . .	1940	
1850 . . .	2344	

In den Monaten Januar, Februar und December ist die Zahl der durchfahrenden Schiffe (des Eises wegen) gewöhnlich sehr geringe, steigt aber oftmals in den Monaten vom Juni bis zum October auf $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{7}$ der ganzen in einem Jahr durchpassirenden Zahl.

§ 27. Das erste Petersensche Hafen-Project für Husum war darauf basirt, dass das Wasser des Mühlenteichs 66 Mal jährlich zur Spülung und Tiefhaltung der Husumer Aue verwendet werden sollte.

In ihrem Rapport von 1 December 1845 erklärten die Ingenieure Gebrüder Beyerinck die Spülkraft dieses Wassers für ungenügend und schlugen eine andere Einrichtung vor, wobei die Schleuse ungefähr am westlichen Ende des jetzigen Dockkoogs liegen sollte. Ausserhalb dieser Schleuse sollte das Fahrwasser nach der inneren Rhede, 1600 Meter = 5100 Fuss lang, durch Leitdämme auf Fluthhöhe eingefasst, und der nördliche Damm am östlichen Ende überdem 400 Meter = 1300 Fuss verlängert und in einer Krümmung nach Norden geführt werden. Durch diese Einrichtung und den Bau eines Fangdammes auf dem Watt, 2000 Meter = 6360 Fuss lang, sollte das abfliessende Flusswasser zur Vertiefung des Aussen-Hafens benutzt werden, wie dies zu Nieuwediep der Fall ist. Die Schleuse sollte mit 14 Meter = 45 Fuss Weite, und 5 Meter = 16 Fuss Tiefe unter halber Fluth angelegt werden. Innerhalb der Schleuse und nördlich von der Husumer Aue war ein Dockkanal von 200 Fuss Breite projectirt, der in einem Dock von 400 Fuss Breite und 1200 Fuss Länge endete, beide 16 Fuss tief unter halber Fluth. Die rectificirte Aue sollte durch eine kleinere Kammer-Schleuse mit der Rhede verbunden werden. Die Kosten des ganzen Projects waren auf 1,464,000 Gulden oder 836,000 Pr. Thaler veranschlagt.

Später schlug Petersen einige Abänderungen in diesem Project, und namentlich in der Richtung des Fangdammes vor, und veranschlagte die Kosten auf 1,177,000 Dänische Bank-Thaler oder 887,400 Pr. Thaler. Diese Projecte waren nur, wie man sieht, für die Fahrt von Kauffahrtheischiffen mittlerer Grösse bestimmt.

§ 28. Im Einklang mit diesem Hafen-Project, war auch der von Petersen im Jahre 1849 projectirte Kanal nach

Schleswig und Eckernförde nur für Kauffahrtheischiffe eingerichtet. Auf Plan II sind das Längen- und das Querprofil des Petersenschen Kanal-Projectes angegeben. Es war ein Kanal mit Scheitelhaltung zwischen Husum und Bustorf an der Schlei, auf 10 Fuss über Nordseefluth oder 0 des Husumer Pegels. Die Kammerschleusen an beiden Puncten sollten 220 Fuss Länge, 50 Fuss Breite und 22 Fuss Tiefe erhalten. Die Kanalstrecke, östlich von Bustorf, war offen gegen die Ostsee, und durch einen Damm von der Schlei getrennt.

Zur Speisung der Scheitelhaltung waren vorhanden:

Das Flussgebiet der Treene mit	8	Q.	Meilen.
" " " Mühlen Au bei Husum	1½	"	"
" " " Rheider Au und des Bustorfer Teichs. . .	½	"	"
zusammen . .	10	Q.	Meilen.

oder 5,760,000,000 Million Q. Fuss.

"Nimmt man nun an, (sagt Petersen, Seite 28 seiner "Denkschrifft) dass von der zu 30 Zoll Höhe berech-"neten Wassermenge, welche alljährlich in Regen herabfällt, "wenigstens 12 Zoll dem Bassin des Kanals zufliessen, so "macht dies schon eine Wassermenge von 5,760,000,000 "Kubik-Fuss, welche der Schiffahrt zu gute kommen. Rechnet "man aber, dass bei Durchschleusung eines grösssern Schiffes "(von kleineren, deren mehrere gleichzeitig in die Schleusen-"kammer gelassen werden können, abgeschen) höchstens "253,000 Kubik-Fuss Wasser verloren gehen so wird das dem "Kanal zugeführte Speisewasser einer Zahl von 22,700 grös-"sern Schiffen jährlich den Durchgang durch denselben ge-"statten — eine Frequenz, die wohl kaum zu erwarten "sein, schwerlich aber übertroffen werden möchte."

Abgesehen davon, dass die grossen Wasserverluste durch die Schleusen und Dämme, durch Verdunstung u. s. w. nicht mit gerechnet worden sind, scheint der Autor selbst noch nicht von der Richtigkeit dieser Berechnung so ganz überzeugt gewesen zu sein; denn er schlägt sogleich in

den folgenden Zeilen vor, den Wasserstand bei Ueberfluss von Wasser auf 24 Fuss über dem Kanalboden oder 12 Fuss über H. P. zu halten, um als Behälter für trockne Zeiten dienen zu können, und bemerkt ferner noch, dass nöthgenfalls der Ahren- und der Langsee als solche benutzt werden könnten.

Die Ausgaben für den 7⅝ Meilen = 57 Kilometer langen Kanal sind auf 10,560,000 Pr. Thaler veranschlagt, darunter 6,906,360 Pr. Thaler für die Erd- und Baggerarbeiten zu 717,762 Pott von 1,024 kub. Fuss oder 22,724,335 kub. Meter. Die grössten Einschnitten in dieser Linie waren bei Oster-Ohrstedt und beim Dannewerk.

Später wurde nach dem Projecte des Wasserbaudirectors Grove im Jahre 1858 in der Husumer Aue eine Kehr- und Spülschleuse von 25 Fuss Rheinl. lichten Weite und am nördlichen Ufer der Aue (am Ende des Dockkoog), eine Brücke zur Ein- und Ausladung von Dampfschiffen, gebaut. Südlich von der Finkhaushallig sollte ein grösses Spülbassin (Plan IV) durch zwei Lahnungen hergestellt werden, welche die Padeleckerhallig nordwärts mit Finkhaushallig, östlich mit dem festen Lande verbinden würden. Ein Kanal durch die Finkhaushallig sollte das Wasser des Spülbassins nach der Aue leiten, und von der aus dem Kanal zu grabenden Erde ein Schirmdeich gemacht werden. Da aber diese letzten Arbeiten nicht zur Ausführung gekommen sind, ist auch die kräftige Spülung ausgeblieben und die Dampfschiffbrücke ohne erheblichen Nutzen gewesen.

§ 29. Etwas grössere Dimensionen hatte der 1848 von den Gebrüdern Christensen in Vorschlag gebrachte Kanal von Eckernförde über Rendsburg nach der Unter-Elbe bei Brunsbüttel. Die Kanallänge war bedeutend grösser als in Petersens Linie, nämlich 11.62 Meilen oder 87.5 Kilometer. Das Terrainprofil ist ungefähr dem des späteren Lentzeschen Projectes (man sehe Plan I) und das Querprofil dem des Kieler Projectes gleich (man sehe Plan II).

Vom Goossee bis Rendsburg war der Wasserstand in der Scheitelhaltung auf der Höhe der Ober-Eider durchgeführt, und mit einer Schleuse von $8\frac{2}{3}$ Fuss Gefälle mit der Ostsee, mit einer von $5\frac{2}{3}$ Fuss Gefälle bei Fluth zu Rendsburg mit der Unter-Eider verbunden. Bis Wittenberge sollte die Eider rectificirt und von da der Kanal in einer Haltung nach der Elbe geführt werden, wo eine dritte Schleuse die hohen Sturmfluthen abzuhalten bestimmt war. Das 10 Q. Meilen grosse Stromgebiet der Ober-Eider sollte zur Speisung dieses Kanals dienen, und der Wittensee als Wasserbehälter für trocknen Zeiten benutzt werden. Das Wasserquantum welches als zum Bedarf des jetzigen Kanals nicht erforderlich bei den Wassermühlen von Rendsburg abfliesst, wird angegeben in 24 Stunden:

beim Hochwasserstande 26 Million Kub. Fuss = 309 kub. Fuss oder 9.7 Kub. Meter pro Secunde.

beim niedrigsten Stande fast noch 5 Million Kub. Fuss = 58 Kub. Fuss oder 1.8 Kub. Meter pro Secunde (1).

„Dieser letztere Wasserzufluss (Christensen's Techni-„scher Bericht, Seite 16) ausser demjenigen, welcher der „jetzigen Schleswig-Holsteinischen Kanalfahrt dient, wird „noch zu funfzig Schiffen mittlerer Grösse täglich ausreichen, „wenn diese auch in einer Richtung fahren, jedes also zwei „Schleusen-Kammerfüllungen zur Durchfahrt in Anspruch „nimmt. Es ist überdies die Möglichkeit gegeben, das nicht „unbedeutende Entwässerungsgebiet der Wehr-Aue mit den „Seen in der Gegend von Nortorf, welches jetzt directe in „die Unter-Eider seinen Abfluss findet, in die Ober-Eider „zu leiten.

Die drei Schleusen (an den beiden Kanalenden und in Rendsburg) sollten 250 Fuss Länge, 50 Fuss Breite und 24 Tiefe erhalten. An der Elbe sollte noch eine kleinere

---

(1) 7240 Millionen und 1400 Millionen Kubik-Fuss Wasser in den 280 Tagen, während welcher die Schiffahrt im Mittel in einem Jahre betrieben wird.

Kammerschleuse 190 Fuss lang 30 Fuss breit neben der grössere gebaut werden.

Die Kosten waren auf 11 Million Pr. Thaler angeschlagen, darunter 7,560,000 Thaler für die Erd- und Baggerarbeiten zu 979,460 Pott von 1,024 Kub. Fuss oder 31,010,653 Kub. Meter.

§ 30. Schon 1848 und 1849 hatte ein Kieler Kanal-Comité eine Linie von Kiel durch den Westensee nach der Elbe vermessen lassen, und wurde dieses Project im Jahre 1864 durch den Herrn Wasserbaudirector E. H. Christensen weiter ausgearbeitet. Das Längen- und das Querprofil dieses Kanals findet man auf Plan II. Die Scheitelhaltung liegt 20.5 Fuss über Nordsee-Fluth oder 24 Fuss über ordinärem Ostsee-Stand. An jedem Abhang kommen 3 Schleusen-Systeme, jedes bestehend aus einer grösseren Schleuse, 380 Fuss lang und 64 Fuss breit, die Kammer durch ein Paar Mittelthore in zwei Abtheilungen von resp. 250 und 130 Fuss Länge getheilt, und einer kleineren Schleuse, welche bei 190 Fuss Länge nur 32 Fuss Breite hat. Ueber die Speisung wird folgendes gesagt (Seite 105 von Christensen's technischen Bericht):

„Die Versorgung eines Kanals mit dem zur Schleusung „erforderlichen Speisewasser war früher die Hauptfrage bei „den Kanalanlagen, von deren Entscheidung die Ausführ-„barkeit des ganzen Unternehmens abhängig war. Jetzt, wo „Machinen und Dampfkraft zu Gebote stehen und mittelst „derselben grosse Wassermassen auf bedeutende Höhen und „ohne unverhältnissmässigen Kostenaufwand gehoben werden „können, jetzt ist diese Frage von weitaus untergeordneter „Bedeutung."

„Zur Speisung des norddeutschen Kanals kömmt das „Wasser nicht nur der Eider zur Verwendung, sondern „auch der Wehr-Aue, Luhn-Aue und Jeven-Aue. Letztere „Flüsse entwässern das ganze Höhenplateau zwischen Hohen-„westedt und Nortorf. Das ganze Wassergebiet kann mit „Sicherkeit auf 9 Q. Meilen angenommen werden."

„Ich erkläre mich mit den in dem Comitteeberichte „oben aufgestellten Berechnungen einverstanden und halte „demnach die Bespeisung des Kanals durch die natürlichen „Wasserzuflüsse für vollständig gesichert.“

Das Comité hatte (Seite 48 bis 55) die Berechnung gemacht, dass, wenn 20,000 Schiffe jährlich, während 280 Tagen, den Kanal passiren sollten, täglich durchschnittlich 72 Schiffe (36 in jeder Richtung) durchschleusen würden. Wegen der Kreuzung zwischen aufwärts und niederwärts gehenden Schiffen sollte die für 15,000 Schiffe ohne Kreuzung berechnete Speisung für 20,000 ausreichen und die Füllung der kleinen Schleuse durch die grosse auch noch für ca. 3,000 Schiffe genügen. Wenn man die Zahl der grossen Schiffe auf $\frac{1}{10}$ oder 1,500, die Zahl der mittleren (welche $\frac{2}{3}$ der grossen Schleusen-Kammer brauchen) auch auf 1,500 berechnete, so blieben 12,000 für die kleinere Schleuse. Man bekäme auf diese Weise einen Wasserbedarf von 2,407 Millionen kub. Fuss für 23,000 Schiffe und wenn man den Wasserbedarf für 4,000 Schiffe des bestehenden Kanals mit hinzu rechnete, welcher zu 150 Million Kubik-Fuss (1) anzuschlagen wäre, so würden 27,000 Schiffe jährlich 2,558 Million kubik Fuss Wasser verbrauchen.

„Für je 1,000 Schiffe, um welche die Frequenz des „grossen Kanals zunähme, würde man nach Obigem den „Bedarf von rund 100 Million Kubik-Fuss annehmen kön- „nen.“ Wegen der vielen Kreuzungen von Schiffen bei grösserer Frequenz, berechnet aber das Comité den Wasserbedarf nur auf 2,571 (2) Millionen Kubik-Fuss zur Beförderung von 40,000 Schiffen.

Um den Beweis zu liefern dass dieses Wasserquantum

---

(1) 150 Million Kubik-Fuss in 280 Tagen macht 535,700 Kub.-Fuss in 24 Stunden, oder 6.2 Kub.-Fuss = 0.19 Kub. Meter pro Secunde. Man vergleiche diese Aufgabe mit der über den Abfluss bei Rendsburg § 29.

(2) 9,180,000 für jeden der 280 Tage, oder 106 Kub.-Fuss = 3.3 Kub. Meter pro Secunde.

vorhanden ist, wird die Höhe des Jahresniederschlages auf 24.36 Zoll angenommen; davon werden 12 Zoll für die Verdunstung und vom Reste ⅓ für Durchsickerung und nochmals ⅙ für den Niederschlag in zwei Monaten abgezogen und bleibt dann eine Höhe von 6 87 Zoll zur Speisung übrig, oder für das Entwässerungsgebiet zu 9 Q. Meile eine Masse von 3 561 Million Kubik-Fuss. Davon zieht das Comité 75 Millionen ab für Wasserverluste durch die Schleusen u. s. w. und sollten deshalb 3 480 Millionen Kubik-Fuss zur Verfügung übrig bleiben.

„Die trocknen Jahre 1857 und 1858 haben in Holstein „nur ⅔ des vorher angesetzten Niederschlages ergeben; man „würde also statt 3 480 Millionen Kubik-Fuss unter Beibe„haltung der obigen Betrachtungen nur über 2 300 Mil„lionen Kubik-Fuss für die Durchschleusungen zu disponiren „haben, müsste also den Ausfall von 271 Millionen Kubik„Fuss künstlich ersetzen können, um die bis zur Gränze „von 40 400 Schiffen gesteigerte Frequenz in solchen Aus„nahmsjahren zu befriedigen.

„Bei den gemachten, ungünstigen Annahmen über Wasser„verbrauch einerseits und Wasserzufluss andererseits, zeigt „sich das Resultat, dass der vielleicht in einzelnen Aus„nahmejahren eintretende Mangel an Wasser zu unbedeutend „sein würde, um von vornherein im Detail technische An„lagen zur künstlichen Wasserhebung zu projectiren.

„Dennoch ist in dem Kostenplane eine Summe von „100 000 Pr. Thaler für die Anlage von Dampfpumpwerken „veranschlagt und unter den Voranschlägen für den Betrieb „dieser Werke jährlich 20 300 Thaler ausgeworfen, was „mehr als ausreichend sein würde, um eine Dampfkraft herzu„stellen, die 271 Millionen Kub. Fuss Wasser in die Scheitel„haltung höbe.“

Dann wird noch das Beispiel eines Bassins bei Kiel angeführt, dem in dem Jahre von November 1863 bis November 1864 eher mehr als weniger als 70 Procent des Wassers zugeflossen sind, das auf seinem Gebiet als Regen nieder-

geschlagen ist, und auch die mittlere Capacität der Schwentine angegeben, deren wir schon im § 9 erwähnt haben.

Die Gesammtkosten dieses Kieler Kanalprojectes sind angeschlagen zu 16.5 Million Pr. Thaler, davon kommen 7,576,000 Pr. Thaler auf die Erd- und Baggerarbeiten zu 1,288,493 Pott zu 1,024 Kub. Fuss oder 40,794,000 Kub. Meter. Es ist ganz dieselbe Summe, welche in dem Christensen Project von 1848 für 979,490 Pott oder 31,010.653 Kub. Meter berechnet ist.

§ 31. Das vom Ingenieur Kröhnke ausgearbeitete Hansensche Project zwischen St. Margarethen und Haffkrug. (auf Plan II sind das Längen- und das Querprofil zu finden) besteht nach der Abänderungen welche der Holländischer Inspector Conrad darin gemacht hat, aus einem Kanal mit Scheitelhaltung, welche 63 Fuss über Nordseefluth oder 67.5 Fuss über der Ostsee liegt. Drei Schleusensysteme mit kolossalem Gefälle an jedem Abhang und ein Schleusensystem an der Elbe theilen den ganzen Kanal in 6 Haltungen. Das grösste Gefälle einer Schleuse ist 24 Fuss. Jedes System besteht aus einer grossen Schleuse von 390 Fuss Länge, welche durch ein drittes Paar Thore in zwei Kammern von 195 Fuss getheilt ist, und einer kleinen Schleuse von 190 Fuss Länge bei 32 Fuss Breite. Bei diesen Dimensionen glaubt der Ingenieur Kröhnke, dass in zehn Monaten eines Jahrs genug Wasser vorhanden ist, um 57,600 Schiffe durchzuschleusen. Mehrere Seen, der grosse und der kleinere Plönersee, der Wardersee, Segebergersee, Klatsee und Seekampersee sollten zu Wasserbehältern eingerichtet werden.

Herr Kröhnke nimmt an, dass 25,000 Schiffe jährlich den Kanal benutzen werden, welche, wenn jedes durchschnittlich 68,400 Kub. Fuss für eine Durchschleusung bedarf, im ganzen 1,710 Millionen Kub. Fuss Wasser in Anspruch nehmen würden. Mit den Verlusten durch Verdunstung, durch die Schleusen-Thore und durch die Kanaldämme kann diese Zahl

rund zu 1,800 Millionen, und wenn man die stete Zunahme des Handels beachtet, zu 3,000 Millionen berechnet werden.

Der mittlere Niederschlag in Holstein während der letzten 11 Jahre vor 1862 ist . . . . . . 23.97 Zoll

Die mittlere Verdunstung . . . . 12.38 „

Von den übrig bleibenden . . . . 11.59 Zoll geht ungefähr ein Drittel durch die Vegetation und die Absorption verloren, und bleiben deshalb 7.75 Zoll oder 372 Millionen Kub. Fuss pro Quadrat Meile zur Speisung von Kanälen zur Verfugung. 8 Quadrat Meilen Oberfläche werden derhalb genügen und diese sind wirklich vorhanden.

Für trockene Zeiten können die Behälter liefern:

die Plönerseen bei 350 Millionen Q. Fuss Oberfläche und 4 Fuss Höhe 1,400 Millionen;

der Wardersee bei 30 Millionen Q. Fuss Oberfläche und 5.5 Fuss Höhe 165 Millionen;

der Klatsee bei 25 Millionen Q. Fuss Oberfläche und 1.5 Fuss Höhe 375 Millionen;

der Seekamper und Seedorfer See bei 10 Millionen Q. Fuss Oberfläche und 25 Fuss Höhe 250 Millionen Kub. Fuss.

Die Kosten sind zu 38,600,000 Pr. Thaler angeschlagen, darunter die Hälfte für die kolossalen Erd- und Baggerarbeiten zu 2,654,322 Pott von 1024 Kub. Fuss oder 84,726,000 Kub. Meter.

§ 32. Nachdem in den ersten Monaten des Jahres 1864 Schleswig von den Oestreichisch-Preusischen Truppen besetzt worden war, nahm der Preussische geheime Ober-Baurath Lentze, im Auftrage seiner Regierung eine Untersuchung über die Art und Weise vor, wie ein Verbindungskanal zwischen Nord- und Ostsee am besten herzustellen sei. Wir entnehmen der demnächst von ihm über dieser Gegenstand herausgegebenen Denkschrift Folgendes.

Ungefähr in der durch die Gebrüder Christensen 1848 vorgeschlagenen Richtung sollten Schleswig, und Holstein von einem Kanal durchschnitten werden, der an der Ostsee offen

und nur an der Elbe durch ein Schleusensystem geschlossen sein würde. Dieses System besteht aus zwei neben einander liegenden Schleusen, einer mit einer lichten Weite von 78 Fuss bei 480 Fuss Länge der Kammer. Diese Schleuse bietet zu gleicher Zeit Raum für 6 grosse oder 8 mittlere Handelsschiffe. Die andere Schleuse, mit einer Einfahrtweite von 58 Fuss, hat eine Kammer von 86 auf 480 Fuss, und bietet Raum für 4 mittlere und 8 kleinere Segelschiffe nebst zwei kleinen Dampfschleppbooten. Die Kanalsohle liegt von der Elbe bis Steinrade 31 Fuss unter Ostsee horizontal, und bekommt dann eine Neigung nach der Ostsee, so dass sie hier 33⅜ Fuss unter dieser liegt. Bei Wittenberge vereinigt eine Schleuse von 32 Fuss lichter Weite, welche das Wasser in zwei Richtungen kehren kann (1) die Unter-Eider mit dem Kanal. Längen- und Quer-profil dieses letzteren sind auf Pl. I angegeben und ergeben, dass die Kanaldimensionen beträchtlich grösser sind, als die der anderen Entwürfe.

Die Baukosten sind zu 28,192,000 Pr. Thaler veranschlagt, darunter ungefähr 16½ Millionen für die Erd- und Baggerarbeiten zu 13,253,636 Schachtruthen von 144 Kub. Fuss = 1,863,792 Pott von 1,024 Kub. Fuss = 60,084,000 Kub. Meter.

Im Gegensatz zu allen früheren Projecten, welche auf Schleusenkanäle mit einer Scheitelhaltung von 10, 9, 20 oder sogar 63 Fuss über Nordseefluth berechnet sind, bildet das Lentzesche Project einen reinen Durchstich auf Meereshöhe, nur durch eine Schleuse gegen Nordseefluth und Ebbe geschlossen.

VII. Vergleichung der verschiedenen Entwürfe.

§ 33. Man wird schon bemerkt haben, dass die Dimensionen der verschiedenen Kanalentwürfe alle verschieden sind,

(1) Nach einer in Holland im vorigen Jahrhundert erfundene Einrichtung, die u. a. zu Schiedam und Gouda zur Anwendung gekommen ist.

und dass z. B. das Querprofil unter Wasser, das in Petersen's Project nur 1,832 Q. Fuss misst, in dem Lentzeschen Project schon bis 4,878 Q. Fuss gestiegen ist. Das mittlere Profil der zu verarbeitenden Erdmasse (d. h. die totale Erdmasse durch die Totallänge getheilt) ist in Petersen's Kanal 3,655 Q. Fuss, und in Lentze's Project 7,378 Q. Fuss. Die Erdarbeiten in dem kleinsten Kanalprofil von 1849 sind nicht desto weniger von Petersen im Mittel auf $9\frac{5}{8}$ Pr. Thaler pro Pott, dagegen von Lentze in einem grösseren Profil nur auf $7\frac{2}{3}$ Pr. Thaler angeschlagen, obgleich natürlicher Weise die Kosten der Erdarbeiten mit dem Profil etwas zunehmen. Die veranschlagten Baukosten

für Petersen's	Kanal	1849	$10\frac{1}{3}$	Mill	Pr.	Th.
〃 Christensen's	〃	1848	11	〃	〃	〃
〃 Hansen's	〃	1863	$38\frac{1}{2}$	〃	〃	〃
〃 den Kieler	〃	1865	$16\frac{1}{2}$	〃	〃	〃
〃 Lentze's	〃	1864	$28\frac{1}{5}$	〃	〃	〃

sind derhalb als Vergleichungsziffern völlig unbrauchbar. Um die wirklichen Vortheile der verschiedenen Linien in finanzieller Hinsicht gründlich beurtheilen zu können, wäre es nöthig, die Baukosten aller Projecte bei denselben Dimensionen und nach denselben Preisen aufs Neue zu veranschlagen.

Die Vortheile und Nachttheile einer jeden Kanallinie müssen unabhängig von den individuellen Ansichten verschiedener Ingenieure über die Profile und Preise betrachtet werden. Aber auch dies ist noch nicht genügend Erst muss noch in Princip entschieden werden, ob ein Schleusenkanal oder ein reiner Durchstich gewählt werden soll.

§ 34. Bei der Beantwortung dieser Frage kommt es darauf an, ob auch in den trockensten Monaten der trockensten Jahre und bei ganz unerwarteter Ausbreitung des Handels, Wasser genug auf dem Scheitelpunct vorhanden ist, um immer den Kanal vollständig zu speisen? Wäre dies der Fall, so würde allerdings die Nothwendigkeit mehrerer Schleusen

wegen des Zeitverlusts und der Möglichkeit einer gänzlichen Hemmung der Fahrt bei Reparaturen dieser Schleusen ein Uebel bleiben; aber doch könnte eine grosse Ersparung am Anlage-Kapital vielleicht diesen Uebelstand aufwiegen, und bin ich auch, obgleich in den verschiedenen betreffenden Schriften die Nachtheile eines Schleusenkanals zu wenig hervorgehoben sind, der Aufenthalt beim Durchschleusen zu kurz berechnet, die Speisung mit Dampfmaschinen als zu leicht dargestellt ist, u. s. w., doch im Princip keineswegs gegen jeden Schleusenkanal. Wäre nur Wasser im Ueberfluss vorhanden, so würde man, wenn zwei Schleusen neben einander nicht genügten, drei oder vier Schleusen zu einem Schleusensystem vereinigen können. Im vorliegenden Fall aber halte ich einen Schleusenkanal für nicht möglich und schliesse mich daher unbedingt dem Lentzeschen Princip eines reinen Durchstichs an.

Wenn ich nach den mir bekannten Kanälen in den östlichen Theilen der Niederlande, in Belgien, Frankreich und einem Theile Deutschlands, den Wasserbedarf eines Kanals, wie der hier in Rede stehende ist, berechnen sollte, würde meiner Meinung nach wenigstens eine Wassermasse von 10 Kub. Meter = 323 Kub. Fuss pro Secunde (7,800 Mill. Kub. Fuss für ein Jahr von 280 Schiffahrttagen) nöthig sein. Dieses Wasserquantum ist bekanntlich während vieler Monate in vielen Jahren nicht vorhanden, und halte ich deshalb dafür, dass ein Kanal mit Scheitelhaltung durchaus nicht den Anforderungen entsprechen kann, die man an einen Verbindungskanal stellen muss. Da diese Behauptung in geradem Widerspruch mit den Berechnungen steht, welche der Speisung der Schleusenkanäle zu Grunde liegen, so will ich versuchen, sie in den folgenden Zeilen näher zu begründen.

§ 35. Von den Wasserverlüsten eines Kanals durch Durchschleusung, Verdunstung, Durchsickerung und die Undichtigkeit der Schleusenthore, ist keiner mathematisch genau zu berechnen. Für die Durchschleusungen genügt es nicht, eine

Mittelzahl von täglich durchfahrenden Schiffen aufzustellen, sondern man muss wenigstens annehmen, dass $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{120}$ der Schiffe, die in einem Jahr durchfahren, an einem Tage die Schleuse passiren können, und dass möglicher Weise bei anhaltenden Winden in der einen oder anderen Richtung die meisten dieser Schiffe in einer Richtung fahren, und deshalb das Kreuzen der Schiffe in den Schleusen selten vorkommen wird. Nun ist aber die Zahl der Schiffe, selbst annähernd, nicht zu bestimmen. In einer Schrift von Hansen wird gesagt, dass z. B. die Ausfuhr aus Russland in Amerikanischen Dollars berechnet,

1816—1822	22,943,200	Dollars jährlich	
1842—1846	126,914,677	" "	
1852	185,102,420	" "	betrug.

Wer kann sagen, wie hoch diese Ausfuhr in 25 bis 50 Jahren gestiegen sein wird?

Etwas genauer sind die Wasserverlüste durch Verdunstung zu bestimmen. Nur muss man darauf achten, dass man bei den Durchschnittsberechnungen nicht längere Zeiträume, sondern nur kürzere Perioden in Betracht ziehen darf. In der folgenden Tabelle sind die Resultate der Beobachtungen über Niederschlag und Verdunstung in den trockensten Zeiten der trocknen Jahre 1857, 1858 und 1859 zusammengestellt:

Niederschlag und Verdunstung an einigen Orten in den bekanntlich sehr trockenen Jahren 1857, 1858 *und* 1859.

(Alle Aufgaben in Pariser Zoll zu 27 Millimeter.)

	Utrecht.		Helder.		Kiel.		Rostock.	
	Regen.	Verdunstet	Regen.	Verdunstet	Regen.	Verdunstet	Regen.	Verdunstet
1857.								
Mai. . . .	0.24	5.94	1.24	3.31	0.34			
Juni . . .	0.86	7.54	0.88	4.46	0.83			
Juli. . . .	2.58	5.47	1.14	3.62	4.28			
August . .	1.50	6.64	1.64	3.54	0.50			
September	2.50	2.98	3.60	2.23	3 30			
October. .	1.24	1.37	2.33	1.31	1.05			
Zusammen	8.92	29.94	10.83	18.47	10.30			
1858.								
Mai. . . .	1.12	4.73	1.44	2.81	2.26			
Juni . . .	2.38	7.24	0.24	4.09	0.26			
Juli. . . .	3.98	4.14	7.22	3.12	2.16			
August . .	5.49	5.07	4.15	3.26	1.02			
September	1.23	3.11	1.52	2.14	1.52			
October. .	1.96	1.75	2.57	1.99	1.26			
Zusammen	16.16	26.04	17.14	17.41	8.48			
1859.								
Mai . . .	0.63	5.49	0.58	3.36	0.60		0.33	5.28
Juni . . .	1.40	5.12	0.69	3.90	0.97		0.98	5.05
Juli. . . .	2.41	6·15	0.63	3.86	1.21		1.22	4.10
August . .	2.52	4.59	1.26	3.55	4.64		0.70	3.76
September	2.99	2.32	3.15	2.11	5.00		2 60	2.07
October. .	2.50	1.58	2.92	1.17	0.44		0.53	0.91
Zusammen	12.45	25.25	9.23	17.95	12.86		6.36	21.17

Bemerkungen: Die Beobachtungen für Utrecht und Helder, sowie für Kiel 1859, sind mir durch Dr. Krecke in Utrecht mitgetheilt. Die Beobachtungen für Kiel 1857 und 1858 sind Möllendorf's Regen-Verhältnissen Deutschlands, Seite 90, und die für Rostock eben daselbst Seite 180 entnommen.

Mehr verdunstet als niedergeschlagen in dieser Periode ist deshalb zu

	Utrecht		Helder	Kiel	Rostock
Sommer von 1857	21.02	Par. Z.	7.64	»	»
» » 1858	9.88	»	0.27	»	»
» » 1859	12.80	»	8.72	»	14.81

Wie man sieht, ist es möglich, dass in sechs Monaten der Kanal nicht allein keine Zufuhr von Speisewasser erhält, sondern noch, ohne die Verlüste durch die Schleusen, die Dämme, u. s. w. 15 bis 21 Par. Zoll an Wasserhöhe verliert. Für einen Kanal von der Länge des Kieler Projectes, giebt dies allein ein Wasserquantum von $277000 \times 160 \times 1\frac{3}{4} = 77\frac{1}{2}$ Millionen Kub. Fuss.

Für die Wasserverlüste durch die Undichtigkeiten der Schleusenthore, der Dämme und des Kanalbödens, fehlen die genauen Aufgaben ganz Soviel ist aber gewiss, dass diese Verlüste sehr gross sein können, und bekanntlich ist est bei neu angelegten Kanälen vorgekommen, dass ganze Haltungen in wenigen Tagen geleert wurden. Diese Verlüste werden mit dem Gefälle grösser. In dem Kieler Project sind sehr richtig die Kanaldämme da, wo der Wasserspiegel in der Haaler Aue 32 Fuss über dem natürlichen Terrain liegt, im Innern mit einem Lehmkern vorsehen; aber dies ist noch nicht genügend. Auch der Kanalbodem, wo dieser in Sand oder Grand zu liegen kommt, muss vielleicht mit Lehm bekleidet werden; sonst wären einige Risse, die mit den niedrieger liegenden Gewässern in Verbindung ständen, genügend, grosse Wasserverlüste zu verursachen.

(Ueberhaupt wäre es wünschenwerth, bei einem Kanal mit Scheitelhaltung, ein solches Erheben über das natürliche Terrain möglichst zu vermeiden.)

§ 36. Genügt aber der Niederschlag nicht, einen Schleusenkanal in trocknen Jahren zu speisen, so scheinen mir auch die Behälter in Kröhnke's Project noch nicht auszureichen, um unter allen Umständen die Wasserverlüste wieder herzustellen, Nehmen wir wiederum die Jahre 1857, 1858 und 1859. In den sechs Sommer-Monaten des Jahres 1857 (man sehe § 35) war die Verdunstung zu Utrecht in runder Zahl 21 Zoll grösser als der Niederschlag. Auch die Behälter werden deshalb am 1 November allein durch die Verdunstung, 21 Zoll verloren haben. Und dieser Verlust wird in den 6 Winter-

Monaten nicht wieder eingeholt, wie folgende Tabelle zeigt:

Niederschlag und Verdunstung in Par. Zoll zu Utrecht, zwischen 1 November 1857 und 1 Mai 1858, und zwischen 1 November 1858 und 1 Mai 1859.

(Mittheilung von Dr. Krecke zu Utrecht.)

	Regen.	Verdunstung.
1857.		
November	1.13	0.56
December	1.95	0.76
1858.		
Januar	2.43	0 30
Februar	0.24	0.81
März	1.40	1 90
April	2.01	2.86
Total	9.16	7.19
1858.		
November	0.72	0.73
December	0.51	0 55
1859.		
Januar	1.09	0.40
Februar	1 27	1.59
Marz	0 80	2.34
April	0.91	4.16
Total	5.30	9.77

Der Niederschlag zwischen 1 November 1857 und 1 Mai 1858 ist nur 2 Zoll grösser als die Verdunstung, und am 1 Mai 1858 wird der Wasserstand der Behälter noch immer 19 Zoll unter dem primitiven Stand sein. Von 1 Mai 1858 bis 1 November 1858 erwächst ein Verlust vom 10 Zoll, an diesem Tage senkt sich der Wasserspiegel bis 29 Zoll, und da vom 1 November 1858 bis 1 Mai 1859 nochmals ein Verlust von 4½ Zoll Statt findet, senkt sich der Wasserstand bis 33½ Zoll unter dem gewöhnlichen. Während der Sommerperiode 1859, gehen wiederum 12½ Zoll verloren;

der Wasserstand der Behälter wäre deshalb am 1. November 1859 46 Pariser Zoll oder beinahe 4 Fuss Rheinländisch unter dem gewöhnlichen Stand gewesen. Für die tiefen Behälter (Warder-, Klatt-, Seekamper- und Seedorfer Seen) wäre dieser Verlust unerheblich gewesen (vergleiche § 31); aber der grössteBehälter, der Plönersee, würde seine ganze verfügbare 4 Fuss hohe Wassermasse allein durch die Verdunstung in drei Jahren verloren haben, und zur Speisung des Kanals nichts übrig geblieben sein.

Nur die tiefen Behälter sind im Stande, während einer so trocknen Periode wie 1857—1859 zur Speisung der Kanäle benutzt zu werden. Untiefe Behälter sind dazu nicht geeignet.

Ich glaube daher nachgewiesen zu haben:

Dass keiner der Kanalentwürfe mit Scheitelhaltung aus einem Stromgebiet von 9 bis 10 Meilen genügende Speisung erhalten kann; und dass auch die vorhandenen Behälter, der geringen Tiefe wegen, nicht ausreichen.

Nur wenn es möglich wäre die 30 bis 32 Q. Meilen des Flussgebietes der Treene, Sorge, Eider und Schwentine in einen Kanal zwischen Husum und Kiel zu vereinigen, den Plönersee zu einem Behälter von grösserer Tiefe einzurichten und den Kanal mit den Sankelmarker-, Ahren-, Lang-, Bisten-, Witten-, Flemhuder- und Westen-Seen in Verbindung zu setzen, liesse sich vielleicht ein Schleusenkanal mit Scheitelhaltung genügend speisen; aber ich glaube doch nicht, dass dies einem einfachen Durchstich zwischen Husum und Eckernförde vorzuziehen wäre.

§ 37. Ist einmal das Princip eines reinen Durchstichs angenommen, so beschränkt sich die Vergleichung auf diejenigen Linien, in welchen dieser Durchstich finanziell ausführbar ist. Es bleibt daher die Hansesche Linie jedenfalls bei unsrer Betrachtung ausgeschlossen In der Kieler Linie würde ein reiner Durchstich, bei dem angenommenen Profil, schon eine Erdbewegung von 3 Million Pott oder 95 Million Kubik-Meter

nothwendig machen; eine Masse, welche bei Anwendung des grösseren Lentzeschen Profils, bedeutend sich steigern und vielleicht bis 3½ Million Pott oder 111 Million kubik Meter betragen würde. Es scheint mir aber diese Linie keine so überwiegenden Vortheile zu bieten, dass ein so grosser Kostenaufwand sich rechtfertigen liesse, und bleiben daher nur zwei Linien übrig, in welchen der Dürchstich möglich ist:

1°. Die Lentzesche Linie.

2°. Eine etwas geänderte Petersensche Linie.

Der Grund warum Petersen die Linie von Husum über Oster-Ohrstedt nach der Treene unterhalb Goesholz führte, ist wahrscheinlich der gewesen, dass er einen Kanal, welcher 10 Fuss über Nordseefluth lag, nicht durch die Niederungen der Süder-Marsch und der unteren Treene leiten wollte. Wird aber ein Durchstich auf dem 14 Fuss tieferen Pegel der Ostsee beabsichtigt, so ist es entschieden ein Vortheil diesen Niederungen zu folgen. Die Nivellements haben bewiesen, dass auch die Terrain-Höhe des Rückens südlich von Winnert bedeutend kürzer und niedriger ist als die bei Oster-Ohrstedt.

Auf Pl. I findet sich das Längenprofil dieser Linie, welche, obgleich etwas länger als die Petersensche, doch 30 pct. kürzer ist als die Lentzesche, nämlich 8 anstatt 11⅓ Meilen. Die Erdarbeiten werden bei Annahme des Lentzeschen Profils ungefähr ⅙ weniger als in der Linie nach der Elbe; und die Vortheile dieser Linie von Husum-Eckernförde sind gross genug um sie einer ausführlicheren Untersuchung zu unterziehen Die Unterhaltung dieser kürzeren Linie wird geringer sein, die Entschädigungskosten ebenso; und dem Nachttheil, dass kein Strom bei Husum mündet, wird durch den Kanal selbst abgeholfen, während dieser Strom im Gegensatz zu der Elbe den grossen Vortheil bieten wird, keinen Schlamm mitzuführen, welcher bei allen grossen Flüssen auf die Länge Veruntiefungen verursacht.

Nachdem also die Vortheile, welche die Linie Eckernförde-Schleswig-Husum an und für sich darbietet, genü-

gend in's Licht gestelt sein dürften, gehe ich zu der Frage über, in welcher Weise der Kanal am zweckmässigsten einzurichten sei, muss aber vorher mit Rücksicht auf die demselben nach meiner Ansicht zugebenden Dimensionen, Folgendes über die jetzigen Verhältnisse des Ostseehandels bemerken.

VIII. Der Ostseehandel.

§ 38. Als 1848 die Gebrüder Christensen ihren Schleusenkanal zwischen Eckernförde und Brunsbüttel in Vorschlag brachten (1) gingen sie davon aus, dass von den 21 500 Handelsschiffen, welche jährlich durch den Sund fahren, die Hälfte oder 10 750 durch den Kanal gehen würden.

Die 21 500 Schiffe entrichteten 1 procent von dem Werthe der Ladung als Abgabe, und die reine Einnahme vom Sundzoll betrug jährlich circa 1.5 Million Pr. Thaler. Demnach müsse der Werth der Ladung über 150 Millionen Thaler oder mehr als 6 976 Thaler pro Schiff ausmachen

Der Werth der Schiffe (zu 40 Last) ward durchschnittlich angenommen zu 6 000 Thaler. Also der Gesammtwerth

von 10 750 Schiffe zu	64.5	Mill.	Thaler.
der Ladungen zu . .	75.0	„	„
Total . .	139.5	„	„

Die Berechnungen über Rentabilität eines Verbindungs-Kanals, welche dem Kieler Project zu Grunde liegen, gehen von der Voraussetzung aus, dass in den ersten Jahren 15 000 Schiffe durch den Kanal fahren werden, dass diese Zahl später auf 20 000 steigen kann, sich jedoch schwerlich über 30 000 erheben wird.

(1) Project zu einem deutschen Marine- und Handelskanal zwischen der Ostsee und der Elbe, wie auch zu einem Kriegshafen für die deutsche Flotte. Rendsburg 1848. Seite 1—10, Vorwort von den Herren Paap, Brenning und Hudemann. Seite 11—43 technischer Bericht.

Der Werth der erst erwähnten 15000 Schiffe, darunter 1500 in Ballast, wird so berechnet:

150	Mill.	Thaler	Werth	der	15000 Schiffe.
162	〃	〃	〃	〃	Ladungen.

Total 312 Millionen.

Jedes Schiff wird durchschnittlich auf 200 Tons, und jeder Ton zu 50 Thaler angeschlagen, somit der Werth eines Schiffs auf 10000 Thaler und der Ladung auf 12000 Thaler.

Es ist mir unbekannt, woher diese grosse Differenz in den Werthen der Schiffe und Ladungen herrührt, von

6000 und kaum	7000	im	Jahre	1848.
bis 10000 〃	12000	〃	〃	1865.

§ 39. Der Werth, den der Kanal für die Schiffe vermöge der Ersparung an Assuranzkosten hat, wurde in den Jahren 1848 und 1865 auch verschieden angeschlagen.

Die Assuranz Ersparniss 1848 auf ½ Procent.
〃 〃 〃 1865 〃 ¼ 〃

Für die Zeitersparniss rechnete man:

1848, 20—25 Thaler täglich für ein Schiff von 7 Mann Besatzung.

1865, 45 Thaler oder mehr für ein Schiff von 7 Mann Besatzung.

In beiden Jahren wurde die Zeitersparniss für Segelschiffe auf 7 Tage, dagegen für Dampfschiffe 1848, auf 24 Stunden mit einem Gewinn von 200 bis 400 Thaler nach der Pferdekracht, 1865 aber auf 1½ bis 2 Tage berechnet.

In Hansen's Schrift findet man noch folgende Notizen über den Ostseehandel.

Durch den Sund fuhren durchschnittlich in einem Jahre

1822—1826	10 500 Schiffe.
1827—1831	13 192 "
1832—1836	11 206 "
1837—1841	14 759 "
1842—1846	16 225 "
1847—1851	19 281 "
1852—1856	18 435 "

Durch die Belte:

	grosse Belt.	kleine Belt.
1843 . . .	1431	
1844 . . .	1566	
1845 . . .	1833 . . .	1118
1846 . . .	2022 . . .	1494
1847 . . .	1546	
1851 . . .	3005 . . .	1841
1852 . . .	3296 . . .	1743

Zählt man die 4000 kleineren Schiffe hinzu, welche den Schleswig-Holsteinischen Kanal gebrauchen, so bekommt man für 1851, in welchem Jahre 19 944 Schiffe durch den Sund fuhren, eine Gesammtzahl von beinahe 25 000 Schiffen.

(Von 1822—1826 bis 1852—1856 hat die Fahrt durch den Sund um 75.5 Procent zugenommen.)

§ 40. Die Tiefe der Ostseehäfen ist mir von zwei Seiten wie folgt aufgegeben:

	Rh. Fuss	= Meter.	Hamb. Fuss	= Meter.
Travemünde	13 bis 14	4.08 bis 4.40	14 bis 15	3.96 bis 4 25
Wismar			10 " 11	2.83 " 3.11
Warnemünde			15 " 16	4 25 " 4.53
Swinemünde	21.5	6.75	22 " 23	6.23 " 6.25
Wolgast	13	4.08		
Stralsund	11	3.45		

	Rh. Fuss	= Meter.	Hamb. Fuss.	= Meter
Greifswald	13	4.08		
Colberg	12	3.76		
Rügenwalde	8	2.51		
Stolpemünde	7	2.20		
Danzig	18	5.65	15 bis 16	4.25 bis 4.53
Pillau	22.5	7.06		
Memel	15 bis 17	4.71 bis 5.34	14 " 15	3.96 " 4.25
Windau	10 " 14	3.14 " 4.40		
Libau	9	2.83	10 " 11	2.83 " 3 11
Riga	13	4.08	14 " 15	3.96 " 4 25
St. Petersburg	9	2.83		
Kronstadt	30	9.42 (Rheede)	26 " 30	7.37 " 8 49
Helsingfors	12	3.76		
Reval	24	7.52		
Wisby	9 bis 11	2.83 bis 3.45		
" (Aussenhaf.)	14 " 15	4.40 " 4.71		
Ystadt	13	4.08		
Werramünde	12	3.76		

(Die grossen Tiefen bei Kiel und Stokholm sind in dieser Tabelle nicht mitangegeben.)

Die meisten Ostseehäfen sind demnach nicht sehr tief, und bei weitem der grösste Theil der Schiffe ist nur von mittlerer Grösse. Man muss aber nicht aus der Acht lassen, dass mit der Zunahme der Bevölkerung und der Handelsbewegung in den der Ostsee naheliegenden Gegenden noch Vieles für die Verbesserung der Ostseehäfen geschehen wird.

Schon früher erwähnte ich (§ 39) kurz der grossen Zunahme des russischen Handels. Ueber den preussischen Handel finde ich (La Prusse par A. Moreau de Jonnès fils, Paris 1848) folgende Angaben:

In den preussischen Häfen:

	Einklarirt			Ausklarirt		
	Schiffe.		Tonnen.	Schiffe.		Tonnen.
1831	3 551	von	539 223	3 505	von	542 395
1843	7 021	"	991 588	6 980	"	1 012 435

sodass sich hiernach in 12 Jahren die Handelsbewegung verdoppelt hat.

Aus dem Jahre 1856 finde ich im Almanach de Gotha 1858:

Einklarirt		Ausklarirt	
Schiffe.	Tonnen.	Schiffe.	Tonnen.
7 582	1 337 748	7 684	1 374 416

was eine Zunahme von 35 p. c. in 13 Jahren ergiebt.

Die preussische Kauffahrthei-Flotte zählte:

1831	662	Schiffe	mit 143 965	Tonnen.
1843	779	"	" 203 439	"
1856	821	"	" 267 088	"

Es geht daraus hervor, dass die Grösse der Schiffe mit den Jahren gewachsen ist, denn die mittlere Grösse eines preussischen Schiffes war:

1831	218	Ton
1843	255	"
1850	325	"

und die mittlere Grösse der Schiffe, mit welchen der Handel nach den preussischen Häfen betrieben wurde, betrug:

1831	153	Tonnen.
1843	143	"
1856	177	"

§ 41. Der sehr beträchtliche Seeverkehr nach und von den Ostseehäfen geht abgesehen von den 4000 kleineren Schiffen (worunter viele holländische Kuffs), welche den Schleswig-Holsteinischen Kanal benutzen, durch den Sund, den grossen und kleinen Belt. Bekanntlich ist nun aber die Küste von Jutland und die Fahrt um Skagen sehr gefährlich und es gehen dort jährlich viele Schiffe und Menschenleben verloren. So gingen z. B. im Jahre 1857 an den dänischen Küsten 112 Schiffe mit einem Werth von 4½ Millionen dänischen Thalern oder ca. 3½ Millionen preussischen Thalern unter, wovon allein 82 an der jutländischen Küste strandeten (Hansen, great Shipkanal). Und in einer der Börsenhalle entnommenen Notiz von Herrn Feldstedt in

Eckernförde finde ich die Zahl der Schiffe, welche zwischen dem 1. October und dem 31. December 1847 auf der dänischen Küste von Helgoland bis Lindes-Näss und von da bis Falsterbö Havarie erlitten haben, auf 82 angegeben.

Es springt daher in die Augen, von welcher enormen Wichtigkeit die Anlegung eines Kanals für die Sicherheit der Schiffahrt nach der Ostsee ist.

IX. Zweckmässigste Einrichtung eines Verbindungskanals zwischen der Nord- und Ostsee.

§ 42. Schon früher habe ich erwähnt, dass ein solcher Verbindungskanal auf dem Pegel der See liegen muss, und zwar, wie der Herr geheime Oberbaurath Lentze vorgeschlagen hat, auf dem Pegel der Ostsee. An beiden Enden müssen aber Schleusen gebaut werden, von denen die an der Nordsee befindlichen jeden Tag und zwar bei halber Fluth offen stehen werden, während die Ostseeschleusen regelmässig dann, wenn der Wasserstand von 1 Fuss unter bis 1 Fuss über dem mittlern Stande sein wird, geöffnet sein werden. Beide Schleusensysteme müssen ferner das Wasser in zwei Richtungen kehren und doch auch in 2 Richtungen zur Spülung geöffnet werden können.

Dies ist bei gewöhnlichen Kammerschleusen nicht möglich und nur durch anders eingerichtete Schleusen zu erreichen, von denen in Holland bereits 3 verschiedene Arten in Anwendung gekommen sind.

In den Jahren 1770 und 1778 wurden von dem Ingenieur C. Redelykheid zu Gouda und Schiedam in Holland 2 Schleusen von 15 und 30 Fuss Oeffnung erbaut, deren nähere Einrichtung auf Plan IV angedeutet ist. Die Stemmthore m n schliessen auf die gewöhnliche Weise das hohe Wasser bei B ab Zwei andre Thore p, welche einen stumpfen Winkel

mit den Thoren m n bilden, stemmen sich nicht gegen einander, sondern gegen die Thore m n. Die dreieckigen Räume C hinter den Thoren stehen durch Schieber a in den Thoren m n mit dem Wasser bei A, durch Kanäle mit Schiebern b mit dem Wasser bei B in Verbinding. Ist das Wasser an der Seite A höher, so öffnet man die Schieber a und die Thore p kehren das Wasser. Will man jetzt die Schleuse öffnen, so schliesst man die Oeffnungen a, lässt das Wasser bei C durch die geöffneten Kanäle b abfliessen, und die Thore m n öffnen sich, die Thore p mit sich schleppend.

Bei diesem Schleusensystem wird das Wasser in 2 Richtungen gekehrt, aber nur in einer Richtung kann die Schleuse gegen den Druck des höhern Wassers geöffnet werden.

Der General-Inspector der holländischen Kanäle Blanken hat in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts ein Schleusensystem erfunden, welches noch besser den oben aufgestellten Bedingungen entspricht. Die Thore m n sperren wiederum auf die gewöhnliche Weise das hohe Wasser bei B ab. Mit diesen Thoren m n sind die Thore m p verbunden, die um etwas, z. B. um ein Fünftel länger sind als jene. Querhölzer q q verbinden und verstärken die beiden Thorpaare. In dem Mauerwerk der Schleuse sind die zirkelförmigen Räume C zur Bewegung der Thore m p ausgemauert. Diese Räume C stehen durch Kanäle mit Schiebern a und b mit dem Wasser bei A und B in Verbindung. Will man die Schleuse gegen den Druck des hohen Wassers bei B öffnen, so öffnet man die Kanäle a und schliesst die Kanäle b. Die Räume C werden dadurch geleert und die Thore weichen unter dem grössern Druck des auf m p lastenden Wassers. Ist aber das Wasser bei A höher und man will es kehren, so öffnet man die Kanäle a und schliesst die Kanäle b. Das Wasser aus A tritt dann in die Räume C und schliesst die Thore m p. Will man jetzt die Schleuse öffnen und das hohe Wasser von A durchströmen lassen, so öffnet man die Kanäle b und schliesst die Kanäle a. Die Räume C werden geleert und die Thore öffnen sich.

Bei dieser Einrichtung, die bei mehreren Schleusen in Holland mit gutem Erfolg zur Anwendung gekommen ist, kann das Wasser in beiden Richtungen gekehrt und kann zugleich in beiden Richtungen gespült werden. Denselben Vortheil haben die Schleusen, welche durch den niederländischen Hauptmann des Ingenieurcorps Alewijn 1819 entworfen und in den darauf folgenden Jahren bis 1828 zu Neuzen und Maastricht gebaut worden sind.

Zwei paar Stemmthore m n und m′ n′ sind hinter einander in der Schleuse vorhanden. Dieselben sind von gleicher Länge, jedoch springt das Thor m′ n′ etwas weiter zurück als m n. Durch die Thore n n′ sind beide mit einander verbunden. Die viereckigen Räume C stehen durch die Kanäle a und b, welche mittelst Schieber geschlossen werden können, mit dem Wasser bei A und B in Verbindung. Ist der Wasserspiegel bei B höher, so werden die Kanäle b geöffnet und die Kanäle a geschlossen. Will man jetzt mit der Schleuse spülen, so öffnet man die Kanäle a und schliesst die Kanäle b. Die Räume C werden alsdann geleert und der Druck des Wassers auf die längern Thore n n′ drückt die Parallelogramme in die im Mauerwerk vorhandenen Nischen. Ist das Wasser dagegen bei A höher, so ist die Schleuse geschlossen, wenn die Kanäle a offnen und die Kanäle b geschlossen sind; sie wird aber geöffnet, indem man die Kanäle a schliesst und die Kanäle b öffnet.

§ 43. Obgleich mehrere Blankenschleusen, vorzüglich zu militairischen Zwecken als Inundationsschleusen, gebaut sind, ist deren Zahl doch nicht so gross, als man erwarten sollte. Als die Blanken- und Alewynschleusen gebaut wurden, waren aber die Eisenblechthore noch nicht bekannt, und klagte man daher namentlich bei Alewyns Thoren darüber, dass sie zu schwer seien. Jetzt würde durch eine Construction von Eisenblech dieser Nachtheil leicht zu beseitigen sein. Die Blankenschleussen hatten überdies den für Holland sehr grossen Nachtheil, nicht so gut zu schliessen wie gewöhnliche Stemm-

thore, was namentlich desshalb so schädlich war, weil die holländischen Polder (Kööge) unter der Meeresfläche liegen und auf künstliche Weise (entweder durch Dampf-oder andere Maschinen) entwässert werden müssen. Dieser Nachtheil ist aber bei einem Verbindungskanal zwischen 2 Meeren von keiner Bedeutung.

Mit der jetzt üblichen Construction der Schleusenthore von Eisenblech, bei der die hohlen Thore gewissermassen auf dem Wasser schwimmen und durch Einlassen oder Auspumpen des Wassers für jeden denkbaren Fall equilibrirt werden können, beseitigt man nicht allein viele Nachtheile der frühern hölzernen Thore, sondern kann auch zu Dimensionen übergehen, an welche früher nicht gedacht werden konnte. Ich glaube desshalb, dass bei dem jetzigen Stande der Ingenieur-Wissenschaft der Bau einer Blanken, — Alewyn — oder Redelykheid — Schleuse von 25 bis 30 Meter (80—100 Fuss) weiter keine allzugrossen Schwierigkeiten darbieten wird.

§ 44. Denkt man sich den Kanal von Husum nach Eckernförde an beiden Enden durch solche Schleussen geschlossen, so kann man den Wasserstand im Kanal je nach dem Steigen und Fallen der Nordsee beliebig verändern. Als gewöhnlichen Stand nehme ich den ordinairen Ostseestand an, der 4½ Fuss unter Husumer Fluth liegt. Eine Tiefe von 25,5 Fuss genügt in Friedenszeiten vollkommen, selbst wenn durch Spülungen der Kanalwasserstand um einige Fuss gesenkt werden sollte. In Kriegszeiten kann man die Nordseefluthen in den Kanal hineinfliessen lassen und dadurch 4½ Fuss Tiefe mehr, im ganzen also eine Tiefe von 30 Fuss = 9,43 Meter erhalten, die allen Bedürfnissen im Kriege genügt.

Da man auf ziemlich starke Strömungen (1, 2 bis 3 Fuss pro Secunde) rechnen muss, werden die Böschungen im Verhältniss 1:3 anzulegen sein. Der Kanal wird später wohl eine Bodenbreite von 160 Fuss = 50 Meter und eine

obere Breite von 320 Fuss = 100 Meter erhalten müssen; anfangs genügen die folgenden Dimensionen:

In den Niederungen 100 Fuss = 31,4 Meter.

Böschungen bis zum Ostseespiegel 1:3.

dito zwischen Ostseespiegel und Nordseefluthen 1:5.

Dieselben werden auf der einen Seite mit Steinen belegt; auf der andern wird für die spätere Erweiterung des Kanals ein Vorland gelassen, welches bis zu 2, 5 Fuss unter dem gewöhnlichen Kanalwasserstand abgegraben wird.

Um Anfangs Kosten zu sparen, kann das Profil in den Durchstichen (Winnert, Dannewerk und Kochendorf) auf 64 Fuss = 20 Meter Bodenbreite beschränkt werden. Bei diesen Dimensionen wird der Kanal allen Bedingungen eines Schiffahrtskanals genügen.

Um bei den Spülungen mit der Schleuse zu Husum noch eine genügende Tiefe für die grössten Schiffe zu haben, ist der Boden derselben bei 73 Fuss Breite 5 Fuss tiefer gelegt als die Sohle des Kanals, an welche er sich mittelst einer geneigten Ebene von 1⅓ Meilen Länge anschliesst. Das Kanalprofil unter der gewöhnlichen Wasserlinie wird (das Vorland ungerechnet) folgende Dimensionen haben:

In dem tiefen Profil bei Husum 4 800 Quadratfuss

" " breiten Profil in den Niederungen 4 400 "

" " schmalen Profil der Durchstiche 3 600 "

§ 45. Bekanntlich hängt die Stromgeschwindigkeit in einem Kanal von dem Gefälle, d. h. von der Neigung des Wasserspiegels und dem Verhältnisse des Quadrat Inhalts des Querprofils zur Länge der Berührungs-Linie des Wassers mit dem Strombette ab. Bezeichnet man den Inhalt des Querprofils mit I, die Länge der Berührungslinie mit p und das Gefälle auf die Einheit der Länge mit α, so wird die mittlere Geschwindigkeit v ausgedrückt durch die Formel

$$a v + b v^2 = \frac{I}{p} \times \alpha.$$

a und b sind constante Grössen und betragen für das Metermaass nach Eytelwein $a = 0.0000242651$

$b = 0.0003655430$ (1)

Beim Lentzeschen Kanalprofil ist: $I = 480.6$ Q. Meter

$p = 74.4$ M.

und $\frac{I}{p} = 6.468.$

Für das untenstehende Gefälle findet man die folgenden Geschwindigkeiten:

pro Meter.		Gefälle pro Meile.			pro sie.	
$\alpha = 0.000005$	oder	0.120	Fuss.	$v = 0.267$	$= 0{,}85$	Fuss.
$\alpha = 0.000006$	"	0.144	"	$v = 0.294$	$= 0.93$	"
$\alpha = 0.000007$	"	0.168	"	$v = 0.320$	$= 1.02$	"
$\alpha = 0.000008$	"	0.192	"	$v = 0.344$	$= 1.09$	"
$\alpha = 0.000009$	"	0.216	"	$v = 0.367$	$= 1.17$	"
$\alpha = 0.000010$	"	0.240	"	$v = 0.389$	$= 1.24$	"
$\alpha = 0.000012$	"	0.288	"	$v = 0\ 429$	$= 1.37$	"
$\alpha = 0.000014$	"	0.336	"	$v = 0.465$	$= 1.48$	"
$\alpha = 0.000016$	"	0.384	"	$v = 0.500$	$= 1.59$	"
$\alpha = 0.000018$	"	0.432	"	$v = 0.532$	$= 1.69$	"
$\alpha = 0.000020$	"	0.480	"	$v = 0.563$	$= 1.79$	"
$\alpha = 0.000025$	"	0.600	"	$v = 0.633$	$= 2.02$	"
$\alpha = 0.000030$	"	0.720	"	$v = 0.696$	$= 2.22$	"
$\alpha = 0.000040$	"	0.960	"	$v = 0.809$	$= 2.58$	"
$\alpha = 0.000050$	"	1.200	"	$v = 0.908$	$= 2.90$	"

---

(1) Die Tabelle für den Werth von $a\,v + b\,v^2$ bei einem Werth von v gleich 0,01 — 3.00 Meter findet man unter andern in dem „Wiskundige leercursus voor de Koninklijke Militaire Akademie te Breda: Dynamica en Hydrodynamica, door I. P. Delprat."

§ 46. In den von mir vorgeschlagenen Kanalprofilen werden die Stromgeschwindigkeiten pro Secunde folgende:

Gefälle.	Tiefes Kanal-Profil bei Husum. (Querprofil = 4800 Quadrat Fuss) $\frac{I}{p} = 5.655.$	Grosses Kanal-Profil in den Niederungen (Querprofil = 4400) Q. F.) $\frac{I}{p} = 6.267.$	Kleines Kanal-Profil in den grossen Durchstichen (Querprofil = 3600 Q. F.) $\frac{I}{p} = 4.993.$
Gef. pro Meile.			
Bei 0.120 Fuss.	0.79 Fuss.	0.76 Fuss.	0.73 Fuss.
0.144 "	0.87 "	0.83 "	0.81 "
0.168 "	0.95 "	0.91 "	0.88 "
0.192 "	1.02 "	0.98 "	0.95 "
0.216 "	1.09 "	1.04 "	1.01 "
0.240 "	1.15 "	1.10 "	1.07 "
0.288 "	1.27 "	1.22 "	1.19 "
0.336 "	1.38 "	1.32 "	1.29 "
0.384 "	1.48 "	1.42 "	1.39 "
0.432 "	1.58 "	1.52 "	1.48 "
0.480 "	1.67 "	1.61 "	1.56 "
0.600 "	1.88 "	1.81 "	1.76 "
0.720 "	2.06 "	1.99 "	1.93 "
0.960 "	2.40 "	2.31 "	2.25 "
1.200 "	2.70 "	2.60 "	2.53 "
1.440 "	2.97 "	2.86 "	2.78 "

Denkt man sich das Kanal-Profil nach und nach über die ganze Kanallänge bis zu 160 Fuss Boden - und 320 Fuss oberer Breite bei 25,5 Fuss Tiefe unter dem Ostseespiegel vergrössert, so erhält man einen Querschnitt von 6120 Quadratfuss. Das Verhältniss $\frac{I}{p}$ wird alsdann $= 5,926$ und die Geschwindigkeiten werden ungefähr die Mitte halten zwischen denen des Lentzeschen Profils, wobei das Verhältniss $\frac{I}{p} = 6,468,$ und denen des obenerwähnten tiefen Profiles bei Husum, wo $\frac{I}{d} = 5,655$ ist.

Denkt man sich später den Kanal bei einer obern und untern Breite von resp. 320 und 160 Fuss auch noch bis

zu 30 Fuss unter dem Ostseespiegel vertieft, so steigt das Querprofil auf 7200 Quadratfuss, das Verhältniss $\frac{I}{p}$ wird = 6.85 und die Geschwindigkeiten werden alsdann noch etwas grösser, als sie für das Lentzesche Profil angegeben sind.

§ 47. Die Länge des eigentlichen Kanals zwischen der Schlei und den Schleusen bei Husum wird nur 5⅔ Meilen. Davon haben in runder Zahl:

1 Meile Länge das Profil von 4800 Quadratfuss
2⅓ 〃 〃 〃 〃 〃 4400 〃
2⅓ 〃 〃 〃 〃 〃 3600 〃

Bei einer mittleren Geschwindigkeit von 1,25 Fuss pro Secunde auf der engsten Strecke des Kanals beim Dannewerk wird eine Masse von 4500 Kubikfuss abfliessen, und wird die Geschwindigheit sein:

in dem breitern Theile des Kanals 1,02 Fuss pro Sec.
〃 〃 tiefen 〃 〃 〃 0,94 〃 〃 〃

Ein Gefälle von resp. 0,285,021 und 0,19 Fuss pro Meile genügt, um diese Geschwindigkeit zu erzeugen, und wird demnach das ganze Gefälle zwischen Bünstorf und Husum sein:

1 × 0,19 Fuss	=	0,19 Fuss
2⅓ × 0,21 〃	=	0,49 〃
2⅓ × 0,28 〃	=	0,665 〃
	Zusammen	1.345 Fuss

Weniger als 1½ Fuss Gefälle genügen desshalb um *fortwährend* eine Masse von 4500 Kubik-Fuss Wasser von der Ostsee der Nordsee zuzuführen.

Bei einer mittleren Geschwindigkeit des Wassers von 2 Fuss in der engen Strecke beim Dannewerk wird die zufliessende Wassermasse 3600 × 2 = 7200 Kubik-Fuss, und die Geschwindigkeit in den andern Theilen 1,64 und 1,50 Fuss sein. Das ganze Gefälle zwischen Bünstorf und Husum wird alsdann 2,76 Fuss betragen.

Bei einer mittleren Geschwindigkeit des Wassers von 2½ Fuss in der engen Kanalstrecke wird der Abfluss 3600 × 2½ = 9000 Kubik-Fuss sein. Derselbe entspricht einer Geschwindigkeit von resp. 2,05 und 1,88 Fuss pro Secunde in den weiteren Strecken. Für diese ist ein Gefälle von 5,18 Fuss auf der ganzen Strecke von 5⅜ Meilen erforderlich.

Die Spülung kann aber nur stattfinden in der Zeit zwischen halber Fluth und Ebbe in Husum. Sie kann während dieser Zeit aber kräftiger sein als die obigen Ziffern von 4500, 7200 oder 9000 Kubik-Fuss pro Secunde ausweisen, weil man erstens die ganze Wassermasse lösen kann, welche bei Husum bis zu 1,34, 2,76 oder 5,18 Fuss unter dem gewöhnlichen Wasserstande liegt, zweitens aber auch die 1 bis 2 Fuss Wasser, die man nach Umständen zur Fluthzeit über den gewöhnlichen Wasserstand eingelassen hat. Man kann desshalb, sobald das Wasser zur Ebbzeit sich bis etwas unter den Kanalwasserstand gesenkt hat, das Doppelte der obengenannten Wassermenge von 4500, 7200 oder 9000 Kubik-Fuss pro Secunde durch die Schleuse abfliessen lassen und die abfliessende Masse bis auf diese Zahlen beschränken, sobald der Wasserspiegel zu Husum sich genügend gesenkt hat. Durch Einrichtung eines grossen Spülbassins auf den Watten bei der Paddelacker-Hallig kann die Spülkraft vergrössert werden, ohne dass dadurch die Fahrt durch die Schleuse beschwerlich gemacht wird. Dieselbe kann im Gegentheil dadurch erleichtert werden.

§ 48. Auf dem zu vertiefenden Strome südlich vom Dockkooge im Kanal wird eine Blankenschleuse erbaut von 25, besser noch von 30 Meter (80—100 Fuss) lichter Weite, mit Fächerthoren von Eisenblech und ausserdem mit einem paar gewöhnlicher Fluththore versehen. Von dieser Schleuse (Plan 4) bis zur Hever dient der vorhandene durch Leitdämme einzuschliessende Strom als Aussenhafen. Wie in Beyerincks und Petersens Entwurf ist das östliche Ende des nörd-

lichen Leitdamms nach Norden hin umgebogen, damit das das Watt bedeckende Fluthwasser theilweise durch diesen Aussenhafen strömen kann. Eine Art Schleusenkammer von sehr grossen Dimensionen (z. B. van 1000 oder mehr Fuss Länge) liegt in dem Kanal nach der Husumer Seite zwischen der Schleuse und einer andern, welche dieselbe Construction hat, mit der einzigen Ausnahme, dass an derselben ausser den Fächerthoren noch gewöhnliche Ebbthore angebracht sind. Die Tiefe beider Schleusen ist 30 Fuss unter gewöhnlicher Ebbe.

Der über den höchsten Fluthen liegende südliche Leitdamm wird durch einen ebenfalls wasserfreien Damm über das Watt mit dem Eiderstedter Deiche verbunden und auf diese Weise die ganze Bucht eingedeicht. Der niedrige Theil des eingedeichten Watts mit einer Oberfläche von ungefähr 40 Millionen Quadratfuss kann auf folgende Weise als Spülbassin benutzt werden.

Dieses nur wenig über der Ebbe liegende Bassin wird durch zwei breite aber nicht sehr tiefe Spülkanäle mit dem Hauptkanal verbunden, und zwar mündet der eine Spülkanal in die Schleusenkammer, und der andere 2 000 bis 2 500 Fuss ausserhalb der Schleuse aus Die Mündungen beider Spülkanäle werden durch ein System von Spülschleusen, z. B. nach Alewijns Construction, geschlossen. Die Weite eines jeden Schleusen-Systems wird ungefähr 35 bis 40 Meter oder 110 bis 126 Fuss, die Tiefe 4 Meter oder 12.6 Fuss unter gewöhnlicher Ebbe. Wenn die Fluth zu Husum kommt, staut das Wasser in den ersten 3 Stunden 5½ Fuss über ordinaire Ebbe auf, und steht dann dem Ostsee- und Kanalstand gleich. Die Schleusen können jetzt offen stehen, und die mit der Fluth angekommenen Schiffe können ohne Durchschleusung in den Kanal gelangen. Die Schleusen bleiben dann so lange geöffnet, bis der Strom zu stark durch dieselben hindurch geht; um den Strom zu mässigen, füllt man durch die aussere Spülschleuse das grosse Spülbassin, während man die andere Spülschleuse

schliesst. Bei 1 5 bis 2 Fuss über den gewöhnlichen Stand werden jedenfalls die Fächerthore geschlossen; das immer steigende Fluthwasser füllt das Spülbassin bis zur Fluthhöhe, und dann schliesst man auch die Spülschleusen.

Die Fächerthore der Blankenschleuse im Hauptkanal werden wieder geöffnet, sobald das Aussenwasser mit dem Kanal gleich steht, und können die Schiffe wieder durch die grosse Schleuse fahren. Wenn der Strom zu stark wird, kann derselbe durch das ganze oder theilweise Oeffnen der aussere Spülschleuse gemässigt werden. Das Wasser aus dem Spülbassin, jetzt mit mehreren Fuss Gefälle ausströmend, wird sogar für kürzere Zeit den Strom nach der inneren Seite des Kanals kehren, und den Schiffen, welche zwischen den Schleusen im Aussenhafen sich befinden, Gelegenheit geben in östlicher Richtung durch die Hauptschleuse zu fahren. Hat sich der Kanalwasserstand innerhalb in der Blanken-Schleuse bis zu 2 bis 2½ Fuss gesenkt, so wird die Hauptschleuse geschlossen, und strömt das Wasser aus dem Spülbassin dann nur durch eine Spülschleuse, bis dieses Bassin gänzlich geleert ist.

Wenn es nöthig ist, kann das Spülbassin auch durch die Blanken-Schleuse nach dem Aussenhafen geleitet werden.

Meine Meinung geht dahin dass bei Weitem die grössere Zahl der Schiffe durchfahren, und nicht durchschleusen, doch immer bietet aber die Kammerschleuse einzelnen Schiffen die Gelegenheit auch bei hohler Ebbe oder voller Fluth herein- und hinauszufahren.

Bei einer mittleren Geschwindigkeit von resp. 1.25, 2 oder 2.5 Fuss pro Secunde, wie sie während der Ebbe bei Tage, zur Nachtzeit, und im Winter vorhanden sein würde, ist die grösste Geschwindigkeit nahe an der Oberfläche in der Mitte des Kanals ungefähr ¼ grösser, oder 1.56, 2.50 und 3.12 Fuss, dagegen die Geschwindigkeit am Boden ebensoviel geringer, d. h. ungefähr 0.9, 1.5 und 1.8 Fuss. Bei dieser Geschwindigkeit, welche in den breiten Kanalstrecken noch geringer ist, kann der aus

festem Sande oder Lehm bestehende Boden nicht beschädigt werden, während die Böschungen, wie Herr Lentze vorgeschlagen hat, noch überdem mit Steinstücken bekleidet werden können. Auch kann durch eine solche Strömung ein Hinderniss für die durchpassirenden Schiffe nicht erwachsen.

§ 49. Bei Eckernförde wechselt der Stand der Ostsee wenig und die Schleusen können bei gewöhnlichem Wasserstande und bei 1 Fuss unter oder über demselben offen bleiben. Bei grösseren Hebungen oder Senkungen der Ostsee werden sie aber geschlossen.

An der Nordseite müsste meiner Meinung nach eine grosse Blankenschleuse angelegt werden, da wo jetzt der Damm liegt, während für die grosse Masse der kleineren Schiffe eine Kammerschleuse von z. B. 40 Fuss Weite an der Südseite der Stadt in einem Nebenkanal gebaut werden könnte, welche jedoch auch wenigstens ein paar Thore von Blanken oder Alewyn haben müsste. Das Windebyer Noer und diese Schleusen ermöglichen eine kräftige Spülung des Vorhafens. Bei der kurzen (nur $\frac{3}{5}$ Meilen betragenden) Distanz zwischen dem Noer und der Schlei, wird auch letztere als Wasserbehälter benutzt werden können.

Im Interesse der Schiffahrt auf der Schlei könnte dieselbe auch irgendwo an der Mündung mittelst eines mit den nöthigen Schleusen versehenen Damms verschlossen werden. Bei zweckmässiger Einrichtung dieser Schleusen würde es dann leicht sein, auch einen von Leitdämmen eingefassten Aussenhafen mittelst kräftiger Spülung in entsprechender Tiefe zu erhalten.

Es kommt nicht häufig vor, dass die Ostsee 2 bis 6 Fuss unter oder über ordinairem Stande steht. Ich glaube deshalb dass, wenigstens Anfangs, nur eine Blankensschleuse nördlich Eckernförde, und nicht sogleich eine Kammerschleuse nöthig ist. Bei kleinen Differenzen kann solche Schleuse doch noch immer zum Durchlassen einer oder mehrerer Schiffe geöffnet werden.

§ 50. Ein Kanal von nur $\frac{2}{3}$ Meilen oder 5 Kilometer Länge genügt, um diesen Kanal von der Südermarsch aus mit der Treene oberhalb Friedrichstadt in Verbinding zu setzen, wodurch man den Vortheil erzielt, dass die die Eider befahrenden Schiffe nach dem Kanal gelungen könnten, und umgekehrt. Ebenso ist es, nach dem vom Herrn Ingenieur Petersen gemachten Nivellement, ohne grosse Erdarbeiten möglich einen $4\frac{2}{5}$ Meilen = 33 Kilometer langen Kanal von dem Hauptkanal im Treene-Thal unweit Hollingstedt nach Rendsburg zu bauen. Auf Plan 2 ist das Längenprofil dieser Linie angegeben. Wenn man den Wasserstand der Ober-Eider bis in die Niederungen durchführt und den unteren Kanaltheil auf Ostseeprofil wie im Hauptkanal lässt, so wird nur eine Kammerschleuse im Sorgethal nöthig sein. Ein Profil von 32 Fuss = 10 Meter Bodenbreite, Böschungen 2 auf 1 und $17\frac{1}{2}$ Fuss = $5\frac{1}{2}$ Meter Tiefe, werden schon mit einer Schleusenweite von 32 Fuss für die meisten Ostsee-Schiffe genügen. Wo aber in den Niederungen der Kanal und die zwei Deiche mehr Erde erforderen als aus dem Kanal herausgegraben wird, kann man die Dimensionen bis 64 Fuss Bodenbreite nnd die Böschungen zu 3 auf 1 vergrössern, ohne dass dadurch erheblich mehr Kosten erwachsen.

Wenn dann auch der Eiderkanal auf die obengenannten Dimensionen (32 Fuss Bodenbreite und $17\frac{1}{2}$ Fuss Tiefe) gebracht werden könnte, so wäre eine Verbindung zwischen Kiel und Husum hergestellt, welche den meisten Bedingungen eines Kanals für Kauffahrthei-Schiffe genügen würde.

§ 51 Wenn man auf die obengedachte Weise bei Husum eine Spülung mit Ostseewasser ermöglicht, welche vollständig die Stelle eines dort mündenden Flusses vertreten und an Kraft der Weser gleichkommen würde, müssen ganz nothwendig die kleineren Barren in der Hever bei Südfall sehr bald verschwinden, was durch Baggern und Anlegung einiger sogenannten Lahnungen auf dem Watt noch mehr beschleu-

nigt werden könnte. Dass der Einfluss eines so kräftigen Stroms von reinem, nicht schlickhaltigem Ostseewasser aber eine Verschlickung oder Veruntiefung des Fahrwassers absolut ausschliessen würde, wird keines weiteren Beweises bedürfen.

In seiner Denkschrift von 1849 bemerkt der Deichs-Inspector Petersen, S. 13:

„Man denke sich die Zeit des täglichen Hochwassers und „zwar im Momente wo dasselbe bei Pellworm und auf der „Husumer Rhede (ungefähr gleichzeitig) zu fallen anfängt. „Naturgemäss sollte nun zwar die Ebbe in dem hinter „Nordstrand und Nordstrandisch-Moor, also in der Nähe „belegenen, obgedachten Bassin auch bald darauf eintreten „und der Ebbstrom nach Süden sich kehren; allein dies ge-„schieht doch nicht so bald, vielmehr geht der Strom in seiner „nördlichen Richtung fort und fängt erst an, in südlicher „Richtung zurückzufliessen (besonders im obern Theil am „Hattstedter Deich) nachdem das Wasser daselbst bereits „um $1\frac{1}{2}$—2 Fuss gefallen ist. Dieser Umstand beweist unwider-„leglich, dass die Fluth in den beiden Heverarmen auf der „Rhede resp. bei Husum und bei Pellworm höher steht, als „in dem hinterliegenden Bassin, oder mit andern Worten, „dass das Wasserprofil der Hever von dort an und weiter „nach oben nicht gross genug ist, um das Bassin quaest. „in gleicher Zeit bis zur gleichen Fluthhöhe aufzufüllen.“

Bei dem jetzigen Zustand fliesst also $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{5}$ des Wassers aus dem Wattbassin hinter Nordstrand in nördlicher Richtung (vielleicht auch westlich), und ist jedenfalls für die obere wo nicht auch für die untere Hever verloren. Die Vertiefung der oberen Hever durch das bei Husum ausströmende Ostseewasser wird nun neben dem directen noch den indirecten Nutzen haben, dass allmählig ein grösserer Theil des Wassers in südlicher Richtung seinen Weg durch die Hever nehmen muss.

Was die äussere Barre anbelangt, so wird auch diese durch die grössere Spülkraft und die Fahrt vieler tausend Schiffe verbessert werden. Dieses Resultat, das nicht ausbleiben kann, könnte aber vielleicht durch Anlage eines Damms auf

den Watten südlich von Süderoog beschleunigt werden. Wenn dort anfangs nur eine Lahnung angelegt wird, wird die ganze Wassermenge, welche jetzt über das breite Watt einströmt, gezwungen durch die Hevermündung ein — und auszuströmen; und wenn diese Lahnung allmählig höher gemacht wird, bekommt man zuletzt einen Schirmdamm, der, mit einem Leuchtthurm versehen, zugleich eine sichere Aussen-Rhede für die Schiffe darbieten würde.

Die betreffenden Watten sind auf den Karten bezeichnet mit trocken bei $\frac{3}{4}$ Fluth. Es handelt sich desshalb nicht um die Ausführung so grossartiger Arbeiten, wie z. B bei dem früher projectirten Breakwater vor der Ausmündung des neuen holländischen kanals bei Wijk aan Zee, welcher von verschiedenen Ingenieuren (inclusive eines Feuerthurms) auf 5 bis 10 Million Gulden (2.86 bis 5.72 Mill. Pr. Thaler) veranschlagt war. Diese Mole aber war auf eine Meerestiefe von 25 bis 30 Fuss berechnet. Hier bei Süderoog steht nur ein Bau auf einem Watt zur Frage, das gewöhnlich zur Zeit der Fluth nur mit 2 bis 3 Fuss Wasser bedeckt ist, und das $\frac{2}{3}$ der Zeit trocken liegt, and wäre vielleicht sogar nicht unmöglich, die Kosten der ganzen Arbeit durch die Eindeichung der Hallig Süderoog und der daneben liegenden hohen Watten wieder zu gewinnen.

Uebrigens will ich hier doch noch ausdrücklich darauf hinweisen, dass eine weitere Verbesserung der äusseren Barre für Handelszwecke durchaus nicht nöthig ist; denn für die grössten Ostseefahrer genügt eine Tiefe von 23 Fuss bei Ebbe und 33 Fuss bie Fluth vollkommen.

§ 52. Ein Kanal, der jährlich, vielleicht schon nach einiger Zeit von 25.000 und möglicher Weise später von 40.000 Schiffen benutzt werden wird, und zwar in der ungefähr auf 280 Tage zu berechnenden Zeit, während welcher die Fahrt nicht durch Eis gehemmt ist, unterbricht natürlicherweise den Verkehr zwischen den beiden Ufern beträchtlich, zumal da möglicher Weise $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{100}$ dieser Schiffe,

oder 200 bis 400 an einem Tag durchfahren können, und noch dazu leicht bei einem günstigen Winde, eine grosse Zahl dieser Schiffe kurz hinter einander den Kanal befahren werden. Wollte man an jedem Puncte, wo ein Landweg unterbrochen wird, eine bewegliche Brücke bauen, so würde dies nicht allein sehr grosse Kosten veranlassen, sondern auch überhaupt unzweckmässig sein, denn entweder würde die Fahrt der Schiffe durch die Brücken aufgehalten, oder die Passage über die Brücken würde längere Zeit gehemmt sein, wenn viele Schiffe einander folgen. Es hat daher auch der Herr geheime Oberbaurath Lentze, meiner Ansicht nach mit vollem Recht, darauf hingewiesen, dass Fähren besser die Gelegenheit darböten zwischen den einander folgenden Schiffen durchzufahren, wesshalb ich bei den grösseren Strassen Dampf Fähre, und bei den kleineren Landwegen kleinere Fähre vor den beweglichen (Dreh , Zug-, Bascüle-, Floss-, und anderen) Brücken entschieden vorziehen würde.

Nur bei sehr bedeutenden Puncten oder zur Ueberführung von Eisenbahnen werden Brücken nothwendig sein, und auf diesen wenigen Stellen müssen keine Kosten gespart werden, um den doppelten Zweck, die Passage über die Brücken so wie die Fahrt unter der Brücke, so weinig wie nur immer möglich zu hemmen, möglichst vollkommen zu erreichen.

An den drei Haupt Uebergängen: Husum, Schleswig und Eckernförde würde ich folgende Einrichtung für zweckmässig halten. Ich nehme an, dass ungefähr $\frac{1}{10}$ der Schiffe grosse Kauffahrteifahrer und unter den übrigen $\frac{9}{10}$ eine ziemlich grosse Zahl Küstenfahrer von geringer Tiefe, kleine Schiffe für den Localverkehr, u. s. w. sind.

Der Kanal wird bei Husum auf eine kurze Strecke in zwei Arme, einen für die grössten und tiefsten und einen für die kleineren Schiffe getheilt. Ueber den kleineren Kanal werden, einige hundert Fuss von einander, zwei Brücken, z. B. doppelte Bascüle-Brücken von 36 oder 40 Fuss lichter Weite gelegt, während der grosse Arm mit einer Dreh-

brücke von 70 Fuss lichter Weite versehen wird. All diese Brücken liegen ziemlich hoch über dem Wasser, z. B. 16 Fuss. Alle kleineren Schiffe mit beweglichen Masten fahren unter die Brücken durch; die grossen Schiffe passiren die Drehbrücke, die kleineren die zwei Bascüle-Brücken, von welchen die eine regelmässig geschlossen ist.

Am anderen Kanalende bei Eckernförde kann ebenfalls eine Drehbrücke über die nördliche Schleuse gelegt werden, während zwei Bascule- oder doppelte Zugbrücken (wie in Rendsburg) über die südliche kleinere Schleuse führen.

Bei Schleswig wäre es vielleicht möglich die bewegliche Brücke so hoch zu legen, dass wenigstens die Maste der kleineren Schiffe unter die Brücke hindurch gehen könnten. Das Terrain liegt dort am höchsten Punct schon 71 bis 72 Fuss + H. F. oder 75.5 bis 76.5 über dem ordinairen Kanalwasserstand. Mit einigen Erdarbeiten und der Umbauung einiger Chausseestrecken wäre dort vielleicht die Brücke auf eine Höhe von 90 Fuss über dem Wasser zu bringen.

Die Drehbrücken für die Eisenbahnen unterbrechen die Schifffahrt weniger, da sie nur einigemal am Tage geschlossen zu werden brauchen und gewöhnlich offen stehen.

Da übrigens das Windebyer Noer, die Schlei, die Treene und die Mühlenaue bei Husum schon früher den directen Verkehr vom Norden nach dem Süden unterbrochen haben, so bietet keine andere Kanallinie für den Landverkehr weniger Schwierigkeiten, als diejenige von Husum nach Eckernförde.

Die Beförderung der Schiffe durch Bugsir-Dampfschiffe oder durch in den Kanalboden eingesenkte Ketten (wie dies bei mehreren Kanälen der Fall ist) möchte der Beförderung durch Menschen- oder Thierkräfte vorzuziehen sein. Die kleineren Schiffe können überdies, namentlich auf den breiten Kanalstrecken im Windebyer Noer und auf der Schlei, segeln, und ich halte es desshalb für besser in der Schlei nur ein tiefes Fahrwasser auszubaggeren, als durch Dämme auf künstliche Weise ein schmales Fahrwasser herzustellen

Je schneller die Schiffe durch den Kanal befördert werden, desto geringer wird der Aufenthalt, den die Passage über die Brücken durch die Schiffe erleidet.

Neben dem eigentlichen Kanal werden nur kleine Leinpfade oder Zugwege nöthig sein. Behufs einer späteren Erweiterung des Kanals muss die eine Seite von Häusern und andern Bauten freigehalten werden. Zweckmässig erscheint es auch einen der Kanaldämme gleich so weit vom Kanalufer abzulegen, dass die Erweiterung später stattfinden kann ohne zweimal dieselbe Erdmasse verarbeiten zu müssen.

X. Kosten-Anschlag.

§ 53. Es wird hier genügen, die beiden Projecte eines reinen Durchstichs mit einander zu vergleichen, da ich doch die Schleusenkanäle nicht für zweckmässig halten kann. Nichts destoweniger können viele Berechnungen für die anderen Kanallinien auch hier als schätzbares Material benutzt werden, da es sich nicht um das Hauptprincip des Kanals, sondern nur um die technischen Details der Ausführung handelt.

Die Expropriationen sind folgenderweise berechnet:

a. In Petersen's Kanallinie von 1849 zu 4 990 pr. Morgen, einschliesslich 470 Morgen für ein Speisungsbassin im Treenethal. Die Länge des Kanals ist 7.6 Meilen, die Gesammtkosten sind inclusive der Entschädigungssummen für drei Wassermühlen auf 795 900 Pr. Thaler berechnet.

b. Die Gebrüder Christensen rechneten in ihrem Project vom Jahre 1848 zu einem Schleusenkanal Eckernförde-Rendsburg-Brunsbüttel 405 000 Thaler für Grunderwerb und 60 000 für Veränderung der Mühlen in Rendsburg, zusammen 465 000 Thaler für 11.62 Meilen.

c. Kröhnke berechnete 1 460 000 dänische Reichsthaler für 3 733 Tonnen Land; Herr Conrad erhöhte jedoch diese

Summe auf 2 Millionen oder auf 1 514 300 pr. Thaler. Die Kanallänge ist beiläufig 13.5 Meilen.

d. In dem Kieler Project sind die Expropriationskosten auf 790 576 pr. Thaler angeschlagen für 11.5 Meile Kanallänge.

e. In Lentze's Entwurf ist die Kanallänge 11 Meile, und der Erwerb von 5 422 pr. Morgen zu 1 481 970 Thaler veranschlagt.

Hiernach lässt sich folgende Uebersicht zusammenstellen:

		Pro Meile der Kanallänge ist gerechnet auf		Mittelpreis in Thalern für einen Morgen
		Thaler	Morgen	
Petersen's Linie	1849	66 158	657	101
Christensen's "	1848	40 000	"	"
Hansen's "	1863	112 200	597	188
Kieler "	1864	68 746	"	"
Lentze's "	1864	134 725	493	273

Auch exclusive der 470 Morgen in Petersen's Project für das Bassin im Treenethal, bleiben noch immer 595 Morgen pro Meile für den eigentlichen Kanal übrig. Da aber das mittlere Profil in dieser Linie nicht die Hälfte des Profils der Kieler-Hansenschen oder Lentzeschen Linie beträgt, so muss der Grunderwerb entweder von Petersen zu hoch oder von den andern zu niedrig angeschlagen sein.

Meiner Meinung nach ist Petersen's Anschlag, 595 Morgen pro Meile, richtig, und berechne ich desshalb für das jetzige grössere Profil mindestens 800 Morgen pro Meile.

Der Unterschied im Preis pro Morgen lässt sich dadurch erklären dass:

1°. Die Petersensche Linie mehr durch uncultivirten Boden lief, und

2°. Die Preise seit 1849 bedeutend gestiegen sind.

Die jetzige Linie südlich von Winnert kann in Beziehung auf den Werth des Landes, so ziemlich der Lentzeschen Linie gleichgestellt werden. Ich stelle daher den Werth rund auf 275 Thaler pro Morgen. Man bekommt dann:

Für 11 Meilen der Lentzeschen Linie. .	8 800	Morgen
„ 7,8 „ „ neuen „ .	6 240	„
oder weniger . . .	2 560	„

ad 275 Thaler, oder 704 000 Thaler.

§ 54. Die Masse und die Kosten der Erdarbeiten sind n den verschiedeneu Projecten folgendermaassen veranschlagt:

		Pott	Pr. Thaler	Pr. Thaler pro Pott.
In Petersen's Project	1849	717 762	6 906 360	oder 9.2
„ Christensen „	1848	979 490	7 562 180	„ 7.7
„ Hansen's „	1863	2 654 322	15 748 600	„ 6.0
„ dem Kieler „	1864	1 288 493	7 576 176	„ 5.9
„ Lentze's „	1864	1 863 792	14 387 171	„ 7.7

Erwägt man nun, dass die mittleren Profile in den Projecten von 1848 und 1849 nicht einmal halb so gross sind wie die Profile der späteren Entwürfe, so ist es klar, dass diese letzteren wahrscheinlich nicht hoch genug angeschlagen sind.

In den beiden Durchstichen Eckernförde-Brunsbüttel und Eckernförde-Husum schlage ich die Erd- und Baggerarbeiten auf nicht weniger als 10 Thaler pro Pott an, und habe dafür folgende Gründe.

Das Profil des Durchstichs bei Suez is noch nicht ganz so gross wie das Profil in Petersen's Kanal. Man wendet dort die neuesten Machinen an, grosse Dampfbagger und Excavateurs, d. h. Baggermaschinen, die in trocknem Grunde arbeiten. In Oppermann's „Nouvelles annales de la „construction, Juin 1865„ hat der Ingenieur A. Lencanchez die Kosten folgendermaassen angegeben:

Baggerarbeiten 0.606 bis 0.691 fr. pro Kub. Meter oder pro Pott 5.17 bis 5.88 Th.

Arbeiten mit dem Excavateur 0.381 fr. pro Kub. Meter oder pro Pott 3.25 Th.

Die allgemeinen Kosten sind in diese Summen nicht miteinbegriffen.

In derselben Zeitschrift ist aber im Augustheft eine neue Mittheilung vom Hauptingenieur Cadiat enthalten, welcher die obigen Ziffern im Algemeinen für zu niedrig hält. Sodann kommt noch das grössere Profil in Betracht, welches zu grösseren Transportweiten Veranlassung giebt, und schliesslich noch Folgendes.

Will man, in einem sandigen Boden, wie er auf vielen Haidestücken in Schleswig-Holstein sich findet, den Kanal fortwährend brauchbar erhalten, so müssen die Böschungen, welche dem Einfluss des Wellenschlags ausgesetzt sind, mit Steinen und die den Winden ausgesetzten Böschungen und Kronen der Dämme mit $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ Fuss guter Humuserde bedeckt sein, wenn sich nicht sehr bald die Kanalufer in eine Sandwüste verwandeln und durch den umhergetriebenen Sand Veruntiefungen des Kanals entstehen sollen. Da sich gewöhnlich in den Haiden keine genügende Menge guter Erde findet, muss diese hie und da von anderen Stellen herbeigeschafft werden. Häufig ist es auch nicht genügend, diesen Grund nur einmal zu verarbeiten; meistentheils muss er erst gegraben, auf Haufen gesetzt und später auf die Böschungen u. s. w. angebracht werden, was immer Kosten macht.

Die vielen Steine, die in Schleswig-Holstein vorhanden sind, geben für die Bekleidung von Bermen, Böschungen, u. s. w. ein werthvolles Material. Man muss aber nicht ausser Augen lassen, dass dieselben die Erd- und Baggerarbeiten schwerer machen und später wieder angebracht werden müssen. Ich glaube deshalb nicht, dass unter diesen Umständen 10 Thaler pro Pott zuviel ist.

Uebrigens braucht man nirgends Erde neben dem Kanal aufzuschütten, wo der Boden 2 Fuss über Nordseefluthen (ungefahr 12 Fuss + H. F.) liegt; in den niedrigern Terraintheilen werden die Dämme 14 Fuss + H. F. hoch, und der eine Damm immer so weit zurückgezogen, dass er der späteren Erweiterung des Kanals kein Hinderniss in den Weg legt. Das Vorland, das dadurch in den Niederungen entsteht, kann, soweit die Humuserde reicht, abgegraben

werden. Man bekommt auf diese Weise eine grosse Menge Erde zur Bekleidung der Böschungen und zugleich eine grössere Wasseroberfläche, welche während der Strömung mit der Schleuse zu Husum grossen Nutzen hat.

Da nun bei den angegebenen Profilen auf Pl. I die Masse der Erd- und Baggerarbeiten im Kanal zwischen Husum und Eckernförde in runder Zahl 400 000 Pott weniger beträgt als im Lentzeschen Project, so bringt dies einen Minderbedarf von 4 Millionen Thaler.

§ 55. Die Kosten der Endschleusen, Molen, Hafen u. s. w. sind in den verschiedenen Entwürfen veranschlagt wie folgt:

In Petersen's Project von 1849..	Pr. Thaler.
Grosse Schleuse mit 2 Kammern bei Husum .	456 000
〃 〃 〃 〃 〃 〃 Büstorf .	504 000
2 kleine Schleusen bei Husum und Schleswig.	216 000
2 Schleusenhäupter mit zwischenliegendem Bassin statt Kammer beim Windebeyr Noer, unter einigen Umständen eine Kammerschleuse und eine Kehrschleuse bildend	72 000
Hafendämme bei Husum und Eckernförde u. s. w.	96 000
Zusammen . . .	1 344 000

In Christensen's Project ven 1848.	
Doppelte Kammerschleuse an der Elbe . . .	370 000
Kammerschleuse bei der Eckernförderbucht .	240 000
Vorhafen, Molen, u. s. w.	190 000
Zusammen . . .	800 000

In Lentze's Project von 1864.	
Molen und Befestigung des Elbe-Ufers . . .	438 605
Vertiefung des Kanal-Einganges und dessen Einfassung im Elbe-Ufer	164 464
Die Schleusen-Anlage nebst Zubehör . . .	2 076 373
Das Hafenbecken nebst dem Ausbau der Ufer und Anlage von Krähnen	901 740
Transp. . . .	3 581 182

Per transp. . . .	3 581 182
Erhöhung und Verstärkung des Seelichtes an der Schlei-Mündung	16 000
Molen und Leuchtthurm bei Eckernförde . .	372 624
Vertiefung des Kanal-Einganges und des Hafenbeckens.	470 775
Ausbau der Hafenufer	97 305
Zusammen	4 537 886

Die Summe für Endschleusen, Molen, Hafen, u. s. w. variirt, wie man sieht, zwischen 800 000 und 4 537 886 Pr. Thaler. Da aber auch hier wiederum die Ansichten der verschiedenen Ingenieure über Dimensionen, Constructionen und Preise grossen Einfluss auf die obengenannten Summen geübt haben, ist es schwierig genau zu ermitteln, in wiefern die Grösse dieser Summen mit der Wahl der Kanallinie selbst zusammenhängt. Ich muss mich daher hier darauf beschränken einige Hauptvortheile und Nachtheile der beiden Durchstiche hervorzuheben.

Die Lentzesche Linie hat eine weit weniger vortheilhafte Ausmündung beim Goossee, als die Husumerlinie bei Eckernförde. Dagegen ist an der Westküste die Lentzesche Linie in Betreff der A u s d e h n u n g der zu erbauenden Werke günstiger gestellt, während sie wieder, was die B e s c h a f f e n h e i t d e s B o d e n s anbelangt, gegen die Husumerlinie sehr im Nachtheil ist. Man hat bei dieser nach Petersen's Denkschrift nur eine Moorschicht von geringer Dicke, und darunter festen Lehm- und Sandboden für die Fundirungen der Schleusen. In dem Wilstermarsch dagegen besteht der Boden bis auf eine grosse Tiefe aus Moor, so dass selbst die Anlage der gewöhnlichen Deiche doch von jeher viele Schwierigkeiten verursacht hat. In TETENS M a r s c h r e i s e, 46ter Brief aus Brockdorf, Seite 299 und 300, findet man Folgendes:

„Ganz entschieden ist das Sinken der hiesigen Deiche, „insonderheit seit 1757, nachdem man sie stärker und höher „und also schwerer gemacht hatte. Damit ist es sehr weit

„gegangen; sowie man sie höher aufführte, sanken sie bald „darauf einige Fuss ein; man erhöhte sie von neuem und „sie sanken wieder. Es ist mir versichert worden von einem „Mann, der es wissen konnte, dass dies an einigen Stellen „nach und nach in Allem bis gegen 100 Fuss gegangen „sei. Er erzählte mir folgenden Vorfall bei dem letzten Sin-„ken. Da er auf dem Deiche reitet, den man aber wieder „zu einer Höhe von 20 Fuss über die gewöhnliche Fluth „aufgeführt hatte, und sich darüber freut, dass die Arbeit „vollendet sei, worüber er selbst die Aufsicht gehabt hatte, „hört er inwendig zur Seite des Deichs im Acker ein Ge-„zische von durchseigendem Wasser, sieht sich um und wird „gewahr, dass Luftblasen in grosser Menge sich aufdrängen. „Noch ehe er näher darüber nachdenken kann, fällt der „Deich unter ihm ein, und er mit seinem Pferde nach. Als „er sich wieder aufgerafft und besonnen hat, findet sich „eine Streeke des Deichs bis 14 Fuss heruntergesunken „und dabei ziemlich in Unordnung. Pferd und Mensch waren „getrennt, aber weiter nicht beschädigt. Das Land neben „dem Deich war in die Höhe getrieben, und ein Stück über „einander hingeschoben. Hie und da hatte sich das untere „Moor auswärts ergossen. Einige Gebäude in der Nähe waren „mit dem Grunde, worauf sie standen, in die Höhe gebracht „und schief gestellt. Von dem Letztern habe ich selbst noch „einen Rest gesehen. Jetzo ist man der Meinung, dass die „Deiche bis zu dem festen Grunde des Moores durchgesun-„ken sind und hält sich für ferneres Sinken gesichert.“

Wenn man nun auch die Senkung der Deiche um 100 Fuss nicht buchstäblich nehmen will, so ergiebt sich doch aus dieser Beschreibung und aus vielen spätern zur Genüge, dass der Boden für grosse Schleusen und andere Bauten höchst ungünstig ist. In solchen Boden sind die Kosten derartiger Arbeiten immer höchst unsicher, und ich halte er daher auch in keiner Weise für ausgemacht, dass diese Bauten billiger zu stehen kommen werden als bei Husum

Die Anlage von Schleusen an jedem Kanalende hat den

grossen Vortheil, dass niemals das Gefälle für eine der Schleusen sehr gross werden kann. Steigt z. B. bei West- oder Nord-West-Sturm die Nordsee an der Elbemündung oder bei Husum, 8, 10, vielleicht 12 Fuss + H. F., so wird sich wahrscheinlich zu gleicher Zeit der Ostseestand bis 10 oder 11 Fuss — H. F. gesenkt haben.

In solchen Fällen würde Lentze's einzige Schleuse ein Gefälle von 18 bis 29 Fuss haben können. Ist aber der Kanal an beiden Enden mit Schleusen versehen, so vertheilt sich dieses Gefälle auf beide Schleusen. In den letzten 12 Jahren hat man in Holland durch den Bau von Schleusen mit kleinem oder mittlerem Gefälle Ersparungen bewirkt, die auch in Schleswig anwendbar sind, wenn nur die Gefälle der Schleusen nicht alzu gross werden.

§ 56. Die Entwässerung der Ländereien wird natürlich hie und da den Bau einer kleinen Schleuse, oder die Anlage eines neuen Abzugsgraben nöthig machen. Die Kosten dieser Arbeiten sind aber bei dem grossartigen Werke, das hier zur Frage kommt zu unbedeutend, um weiter in Betracht zu kommen. Im Allgemeinen will ich nur bemerken, dass der angenommene Wasserstand im Kanal von 4.5 Fuss unter Husumer Fluth, oder gleich dem gewöhnlichen Ostseewasserstand, für die Entwässerung sehr vortheilhaft ist. Denn bei diesem Pegel kann die Treene, deren Ufer bei Hollingstedt ungefähr in gleicher Höhe mit der H. F. liegen, frei in den Kanal entwässern. Die Schleiufer werden jetzt bei starken Ost-, Nord-Ost- und Sud-Ost-Winden untergestaut. Durch die in Vorschlag gebrachte Abschliessung des Kanals und der Schlei mit Schleusen würden aber all diese Ländereien eingedeicht werden. Es wird genügen sie mit kleinen Deichen bis 2 oder 3 Fuss + H. F. einzuschliessen, und wird man dann selbst während einiger Tage den Kanal und die Schlei auf Husumer-Fluth halten können, ohne dass diese Niederungen dadurch untergestaut werden.

SCHLUSS.

Fassen wir kurz das Vorhergesagte zusammen, dann bekommen wir folgende Resultaten:

1.

Die Vereinigung der Nordsee mit der Ostsee ist nothwendig, um einem grossen Theil der jetzt durch den Sund und die Belten fahrenden Schiffe, einen kürzeren und weniger gefährlichen Weg zu eröffnen. Es ist keine Sache von Local-sondern von allgemeinem Interesse. Der Nord-Ostsee-Kanal wird (wie der Suez-Kanal) ein Kanal für den Welthandel.

2.

Obgleich es nicht wahrscheinlich ist, dass der grösste Theil der 25 000 jetzt den Sund und die Belten passirenden Schiffe den neuen Kanal sogleich gebrauchen werden, und die Zahl in den ersten Jahren sich vielleicht auf 12 000 bis 15 000 beschränken wird, so ist doch darauf zu sehen, dass der Kanal auch einer viel grösseren Frequenz Genüge leiste.

3.

Wenn man einerseits die Entwickelung bedenkt, welcher die 500 Meilen Küstenländer der Ostsee durch weitere Urbarmachung von Ländereien, Kanal- und Eisenbahnanlagen, u. s. w. fähig sind, und auf der anderer Seite die vielen Verbesserungen, welche mit der Schifffahrt in den letzten 40 bis 50 Jahren vor sich gegangen sind, so ist es schwer vorher zu sagen, wie die Verhältnisse in 40 bis 50 Jahren

sein werden, und ist es sehr möglich dass dann vielleicht 40000 bis 50000 Schiffe den Kanal befahren werden.

4.

Es kann desshalb der Verbindungs-Kanal nicht ein Schleusen-Kanal mit Scheitelhaltung und Wasserverlusten in beiden Richtungen beim Durchschleusen sein, weil das in Schleswig-Holstein vorhandene Wasser-Quantum zu gering ist, um einen Kanal für den Welthandel zu speisen. Dies wird deutlicher, wenn man anstatt mittlerer Zahlen für Regenmenge, Verdunstung, u. s. w. die Regenmenge und Verdunstung der trockensten Monate der trockensten Jahre (1857, 1858, 1859) in Anschlag bringt, und Vergleichungen anstellt mit bestehenden Kanälen.

5.

Nur ein reiner Durchstich auf dem Pegel der See kann allen Anforderungen eines grossen Kanals für den Welthandel, für jetzt wie für spätere Zeiten, genügen, wie man denn auch bei Suez alle anderen Kanal-Anlagen verworfen hat.

Die Frage ist nur die, ob der Norddeutsche Kanal, wie der Durchstich bei Suez, ganz offen oder mit Endschleusen versehen sein muss.

6.

Endschleusen sind in Schleswig-Holstein nöthig weil:

a. Der Unterschied zwischen dem Wasserspiegel der Nord- und Ostsee, zumal bei West-Winden viel bedeutender ist als er bei Suez sein kann.

b. Weil die Distanz zwischen Nord- und Ostsee viel kleiner ist als zwischen dem Mittelländischen- und Rothen Meer.

Bei grösserem Gefälle auf kürzere Distanz, würde

nämlich häufig der Strom im Kanal sehr hinderlich für die Schiffe werden, und zerstörend auf die Kanalufer wirken.

7.

Der grösste Uebelstand der Strömungen würde allerdings beseitigt, wenn man nur Schleusen an der Nordsee-Mündung baute. Bei anhaltenden West-Winden aber hätte man dann weniger Tiefe im Kanal, und bei plötzlicher Aenderung der Windesrichtung würde der Strom doch noch hinderlich werden können, da erfahrungsmässig das Wasser in der Ostsee bis 7 Fuss über den gewöhnlichen Stand steigen, auch bis 6 Fuss unter der gewöhnlichen Stand fallen kann. Besser scheint es mir, man baue Schleusen an beiden Kanalmündungen, weil man dann das Wasser ganz in seiner Macht hat.

8.

Bekanntlich liegt die Ostsee ungefähr auf halber Fluthhöhe der Nordsee und daher 5.5 Fuss über Nordsee-Ebbe und 4.5 Fuss unter Nordsee-Fluth.

Nimmt man (mit Herrn Lentze) den gewöhnlichen Ostseestand im Kanal an, dann hat man in gewöhnlichen Fällen:

bei voller Fluth 4.5 Fuss Gefälle von der Nordsee bis an die Ostsee,

bei hohler Ebbe 5.5 Fuss Gefälle von der Ostsee bis an die Nordsee,

und während einiger Zeit bei halber Fluth wird der Wasserstand gleich oder beinahe gleich sein.

Letzteres wird auch der Fall sein, wenn bei westlichen Winden die Nordsee etwas höher steht; es wird aber dann der gleiche Stand etwas früher eintreten. Und umgekehrt wird bei östlichen Winden der Wasserstand in der Nordsee und dem Kanal gleich sein, und zwar etwas später. In allen Fällen (einzelne Stürme ausgenommen) wird also an jedem Tage der Wasserstand mehrere Stunden in der Nordsee und im Kanal gleich sein können, und werden keine hinderliche Strömungen eintreten, wenn man nur dafür

sorgt, die Schleusen nach Belieben bei jedem Stand öffnen und schliessen zu können.

9.

Das dazu geeignete Mittel ist schon viele Jahre in Holland bekannt und zur Anwendung gekommen, unter Andern:

bei den Schleusen von Redelijkheid, zu Gouda und Schiedam;

" " " " Blanken, welche auf sehr vielen Puncten gebaut sind, und

" " " " Alewyn, früher zu Maastricht und Neuzen gebaut, und später umgebaut.

Bei allen diesen Einrichtungen kann eine Schleuse nach Belieben bei grossem oder kleinem Gefälle, und zwar in jeder Richtung, geöffnet und geschlossen werden.

Die Ursache warum diese in Holland viel vorkommenden Schleusen doch noch nicht allgemeiner dort in Anwendung gekommen sind, rührt von einem Uebelstand her, der bei unserm Kanal nicht in Betracht kommen kann. Diese Schleusen waren nämlich bis jetzt nicht ganz so wasserdicht als die gewöhnlichen Schleusen, und dies war ein grosser Nachtheil in Holland, wo das durch die Schleuse in die Poldern oder Kööge fliessende Wasser auf künstliche Weise mit Windmühlen oder Dampfkraft wieder entfernt werden muss. Dieser Nachtheil verschwindet ganz und gar, wo es darauf ankommt zwei Meere wie die Nord- und Ostsee durch einen Kanal zu vereinigen.

10.

Der Einwurf, dass solche Schleusen bei einer lichten Weite von 57 bis 80 Fuss (18 bis 25 Meter), welche in diesem Falle nöthig ist, noch keine Anwending gefunden haben, hat nicht viel zu bedeuten. Denn mit den jetzt üblichen Constructionen von hohlem Eisenblech kann man

die Schleusen-Thore so leicht machen, dass sie wie auf dem Wasser schweben; und daher auch Blanken- oder Alewyn-Schleusen von 80 bis 100 Fuss Oeffnung bauen.

11.

Ein Verbindungs-Kanal zwischen der Nordsee nnd Ostsee, in welchem der gewöhnliche Wasserstand dem in der Ostsee gleich ist, an beiden Enden von Blanken-Schleusen versehen, die mehrere Stunden täglich ganz offen stehen, so dass die meisten Schiffe durchfahren statt durchzuschleusen, steht einem ganz offnen Kanal fast gleich, ohne dessen Nachtheile zu haben. Bedenkt man dass in einer Stunde mehr Schiffe durchfahren als in mehreren Stunden durchschleusen können, dann wird der Vortheil dieser Einrichtung noch deutlicher zu Tage treten.

12.

Ein so eingerichteter reiner Durchstich ist in zwei Richtungen finanziell möglich, in der Linie Husum-Eckernförde und in der Linie Eckernförde-St. Margarethen. Die anderen Linien Kiel-Brunsbüttel und St. Margarethen-Haffkrug, eignen sich nur allein für Schleusen-Kanäle und können desshalb hier nicht weiter in Betracht kommen.

13.

In Betreff der östlichen Ausmündung ist die Linie nach Husum viel vortheilhafter, da das Windebyer-Noer als Binnen-Hafen bedeutende Vorzüge vor dem Goossee voraus hat, und die Kanalmündung bei Eckernförde besser gegen Nordost- und Ostwinde gsschützt ist als bei dem Goossee.

14.

In Bezug auf die Kanallänge bietet die Linie nach Husum zwei Vortheilen dar:

a. In der Anlage und in der Unterhaltung eine um 3 Meilen geringere Länge.

b. In dem Gebrauch eine Verkürzung von 10 Meilen zwischen Helgoland und Eckernförde.

15.

Die Erdarbeiten sind ebenfalls in der Husumer Linie geringer, und zwar bei gleichen Kanal-Dimensionen $\frac{1}{6}$ weniger als in der Linie nach der Elbe.

16.

Die Entschädigungskosten werden eben darum auch in jener Linie geringer sein als in dieser; zumal da die Haidegründe vom Dannewerk weniger werth sind, als die meisten Ländereien, welche die andere Linie durchschneiden würde.

17.

Es werden über den kürzeren Kanal nach Husum weniger Brücken erforderlich sein, als über den längeren Kanal nach der Elbe, was nicht allein für den Bau des Kanals, sondern auch für die Benutzung desselben ein Vortheil ist, da doch das Passiren jeder Brücke einigen Aufenthalt giebt.

18.

Die Terrain-Beschaffenheit bei der westlichen Ausmündung des Kanals ist in der Husumer Linie besser als in der Elbe-Linie, wo bekanntlich der Boden in der Wilstermarsch für grosse Bauarbeiten viel Schwierigkeiten bietet. Der nachtheilige Einfluss hiervon beschränkt sich nicht blos auf die erste Kanal-Anlage, sondern bei jedem Neubau, bei der Anlage von jedem Magazin, Fort, Dock und selbst von jedem gewöhnlichen Wohnhause hat man wieder damit zu

kämpfen. Es ist ein bleibender Nachtheil der immer fühlbarer wird, je mehr der Kanal gebraucht wird und die Hafenstädte aufblühen.

19.

Der einzige, aber nur scheinbare Nachtheil der Husumer-Linie ist der: dass die Tiefe der Oberen-Hever geringer ist als die der Elbe, da jetzt kein Fluss bei Husum ausmündet, der die Tiefe unterhalten könnte. Dieser Nachtheil ist aber darum nur scheinbar, weil der Kanal selbst solch ein Strom ist, und noch dazu ein Strom von reinem Ostseewasser, ohne jeden Schlickgehalt. Ein Kanal von 4 000 Quadrat-Fuss Profil, kann bei einer Geschwindigkeit

von 1 Fuss pro Secunde während des Tages
" 2 " " " " der Nacht
" 3 " " " im Winter, wenn die Schiff-

fahrt stille liegt, bei jeder Ebbe eine Masse von 4 000, 8 000 oder 12 000 kubik Fuss Wasser pro Secunde der Hever zuführen, was mehr als genügend ist um die nöthige Tiefe in der Hever zu erhalten. Dazu kommt, dass es, wenn die Schleusen gut eingerichtet sind, möglich ist, diese Strömung während der letzten Stunden der Ebbe noch zu verstärken.

20.

Wenn auch die Leit- und Fangdämme zur Vertiefung des Hevers ziemlich grosse Arbeiten sind, so glaube ich doch nicht dass sie bei weitem so viel kosten werden, dass sie den Mehrausgaben der Elbe-Linie an Entschädigungen, Erdarbeiten, Brückenbau u. s. w gleich kommen, und hege ich die Hoffnung, dass bei genauerer Prüfung die Husumer-Linie sich im ganzen als die zweckmässigste und wohlfeilste ausweisen wird.

Durch die Ausbreitung des Spülbassins über die Watten bietet die Hever ebenfalls Vortheile vor der Elbe an. In

Verbindung mit dem Strom aus der Ostsee, scheint die Tieferhaltung der Hever besser versichert als die der Elbe; das Beispiel der Maasmündung und der Scheldemündung, über deren Verschlickung sich jetzt auch Klagen erheben, können zum Beweis dieser Behauptung dienen.

21.

Die Dimensionen des Verbindungs-Kanals müssen sehr gross sein und immer eine spätere Erweiterung des Kanals gestatten, wenn die Zahl der durchfahrenden Schiffe grösser und grösser wird. Der Endzweck muss ein Kanal von 160 Fuss oder 50 Meter unterer Breite, auf 25 bis 26 Fuss Tiefe unter Ostsee-Spiegel, und von 320 Fuss oder 100 Meter oberer Breite sein. In Kriegszeiten kann der Wasserstand im Niveau der Nordsee-Fluthen liegen, wodurch die Tiefe auf 30 bis 31 Fuss steigt, und viele Ländereien inundirt werden können.

22.

Anfangs wird eine untere Breite von 64 bis 100 Fuss genügen, nämlich eine Breite von 64 in den tiefen Einschnitten und von 100 Fuss in den Niederungen. Die Böschungen müssen unter Wasser 3 auf 1 liegen, zwischen hohem und niedrigem Wasser im Kanal 5 auf 1, und hier mit Steinen bedeckt sein; oberhalb des hohen Wassers 2 auf 1.

23.

Vom Anfang an wäre es zweckmässig, den ganzen Kanal darauf einzurichten, dass die Schiffe mittelst Dampfbooten oder mittelst Touage (auf den Kanalboden versunkenen Ketten) bugsirt würden. Das Unterlassen der Anlage von Leinpfaden giebt ein ziemlich grosses Ersparniss an Erdarbeiten; und ich glaube dass es nützlicher ist, das

Kanal-Profil *unterhalb* des Wassers als *oberhalb* desselben zu vergrössern.

24.

Die Zahl der Brücken muss wegen der Hindernisse, die daraus für die Schifffarht erwachsen, so klein wie nur immer möglich sein. Uebrigens werden Dampffähre, selbst bei einer grossen Frequenz des Kanals, die Communication weniger unterbrechen als bewegliche Brücken. Diese werden, bei der Durchfahrt vieler grosser Schiffe hinter einander, eine Viertelstunde und länger geöffnet bleiben müssen, während ein kleines Dampfboot immer noch zwischen zwei einander folgende Schiffen hindurchschlüpfen kann.

In der Husumer-Linie sind drei Brücken bei Husum, Schleswig und Eckernförde jedenfalls nöthig, und müsste darauf Bedacht genommen werden, die Brücke Schleswig gegenüber beim Dannewerk so hoch zu legen, dass wenigstens die kleineren Schiffe (bei weitem die grössere Zahl) darunter durchfahren könnten. Die Terrain-Beschaffenheit eignet sich dazu.

25.

Durch einen Kanal mit kleineren Dimensionen und mit einer Schleuse kann der grosse Kanal von Hollingstedt mit der Ober-Eider bei Rendsburg verbunden werden. Mit einem kurzen Zweigkanal nach Friedrichstadt ist dann auch zugleich die mangelhafte Unter-Eiderfahrt verbessert. Das Terrain hat sich schon bei einer einzigen Nivellirung zwischen Hollingstedt und Rendsburg als sehr günstig ergeben; und bei näherer Untersuchung würden sehr wahrscheinlich noch günstigere Detail-Veränderungen darin zu bringen sein.

26.

Würde dann der Kanal zwischen Rendsburg und der

Kielerbucht umgebaut, weiter gemacht, u. s. w., so wäre auch die Kielerbucht mit dem neuen grossen Kanal in Verbindung gesetzt.

Wie man sieht, sind es vorzüglich die Grund-Ideen des Herrn Lentze, von deren Anwendung auf die Linie Eckernförde-Husum, unter gleichzeitiger Benützung von Blanken-Schleusen, ich mir den besten Erfolg verspreche. Für durchaus nothwendig halte ich es aber, dass eine Sache von so weitgreifendem Interesse in einer Versammlung von Ingenieuren zur Berathung gebracht werde, wie dies vor ungefähr zehn Jahren auch mit dem Suezkanal der Fall gewesen ist.

Delft, September 1865.

T. J. Stieltjes.

ANHANG.

Geschwindigkeit des Wassers in Kanälen bei verschiedenem Gefälle (§ 45 und 46, Seite 60 und 61).

Während des Drucks dieser Denkschrift kam mir das neue in Frankreich ausgegebene Buch Darcy et Bazin, recherches hydrauliques, Paris 1865, zu Händen. Nach Versuchen, welche mehrere Jahre fortgesetzt worden sind, hat man für die Berechnung der Geschwindigkeit des Wassers in Kanälen von verschiedenem Profil, Gefälle, u. s. w. neue Formeln aufgestellt. Das Gefälle, das nach diesen neuesten Untersuchungen zur Erzeugung einer bestimmten Geschwindigkeit z. B. zwischen Büstorf und Husum nöthig wäre, ist in folgenden Tabellen enthalten:

Gefälle		Profile.			
			Vorgeschlagene Kanal-Profille.		
Pro Meter in Meter.	Pro Meile von 24 000 Fuss in Fuss.	Lentze's Kanal-Profil $\frac{I}{p}=R=6.468$	Tiefes Profil bei Husum $\frac{I}{p}=R=5.655$	Breites Pr. in den Niederungen $\frac{I}{p}=R=5.267$	Kleines Pr. in den Durchstichen $\frac{I}{p}=R=4.993$
		Meter Fuss	Meter Fuss	Meter Fuss	Meter Fuss
0.000 005	0.12	0.309 = 0.98	0.288 = 0.91	0.277 = 0.88	0.267 = 0.85
0.000 010	0.24	0.437 = 1.39	0.407 = 1.29	0.389 = 1.24	0.378 = 1.20
0.000 015	0.36	0.536 = 1.71	0.498 = 1.59	0.475 = 1.51	0.462 = 1.47
0.000 020	0.48	0.618 = 1.97	0.575 = 1.83	0.554 = 1.77	0.534 = 1.70
0.000 025	0.60	0.692 = 2.20	0.643 = 2.05	0.616 = 1.96	0.597 = 1.90
0.000 030	0.72	0.758 = 2.41	0.704 = 2.24	0.675 = 2.15	0.653 = 2.08
0.000 040	0.96	0.875 = 2.79	0.813 = 2.59	0.778 = 2.48	0.756 = 2.41
0.000 050	1.20	0.978 = 3.11	0.909 = 2.89	0.871 = 2.77	0.845 = 2.69
0.000 060	1.44	1.072 = 3.41	0.996 = 3.17	0.950 = 3.03	0.924 = 2.94

Im Lentze'schen Profil (dem günstigsten zur Erzeugung eines schnellen Stromes) genügen desshalb 0.12, 0.48 und 1.20 Fuss Gefälle pro Meile um eine Geschwindigkeit von ein, zwei und mehr als drei Fuss im Kanal zu erzeugen.

Es folgt hieraus, dass bei einer schnellen Aenderung der Richtung des Windes, z. B. wenn dieser plötzlich von Osten nach Westen umspringt, die Entleerung des Bassins der Ober-Eider im Lentzeschen Project auf der kaum drei Meilen langen Kanalstrecke zwischen Schirnau und Eckernföhrde einen sehr starken Strom erzeugen wird.

Der französische Ingenieur Cadiat hat die Berechnung gemacht (Mémoire sur le régime des eaux dans le canal maritime de Suez, aufgenommen in die „Notulen der Vergadering van het Koninklijk Nederlandsch „Instituut van Ingenieurs van 13 September 1864“), dass die Geschwindigkeit des Wassers in dem 20 Meilen langen Suez-Kanal, unter gewissen Einwirkungen von Wind, Fluth u. s w. bei einem Gefälle von 0.86 Meter oder 2.74 Fuss zwischen dem Rothen und dem Mittelländischen Meer, und an bestimmten Puncten z. B. bei Suez, zwischen 1.070 und 2.685 Meter oder 3.4 und 8.5 Fuss variiren kann.

Mit Endschleusen, welche man nach Belieben bei jedem Gefälle öffnen und schliessen kann, ist man dagegen immer im Stande, den allzu starken Strom, er möge nun von der Fluth, von der Windesrichtung oder vom Gefälle allein herrühren, abzuschliessen.

Wirkung der Schleusen von Blanken. (§ 42, S. 57.)

In den „Verhandelingen van het Koninklijk Instituut „van ingenieurs, 1860—1861“ finde ich noch, Seite 167, folgende Notiz vom Herrn Ingenieur Dirks über die Wirkung der Blanken-Schleuse zu Neuzen, Provinz Zeeland.

„Die lichter Weite dieser 1827 gebauten Schleuse ist 12 „Meter = 38 Fuss, die Tiefe 5.8 Meter = 18.5 Rh. Fuss „unter gewöhnlicher Fluth. Die Wirkung der Fächer-Thore (1) „lässt nichts zu wünschen übrig; selbst der geringste Druck

(1) Dies ist der Namen, unter welchem die Thore der Blanken-Schleusen allgemein in Holland bekannt sind.

„in den Fächer-Kassen (1) genügt, bei Ausströmung der „Ebbe aus der Schleusenkammer (wenn die innere Schleuse „geschlossen ist) diese Thore regelmassig, aber langsam „zu schliessen.„

„Unter diesen Umständen ist die Höhe der drückenden „Wassersäule nur 5 Centimeter (2 Zoll).„

„Auch bei grossen Gefällen wirken diese Thore recht „gut, wie im Monat Mai 1856, als ich die Thore bei 2.05 „Meter (6.5 Fuss) Gefälle öffnen liess.„

Ueber den den Flüssen zufliessenden Theil des Niederschlags.

(§ 35, Seite 45.)

Förster's Allgemeine Bauzeitung, 30ster Jahrgang, 1865, enthält eine deutsche Uebersetzung von Vallès Arbeit über die Wasserleitungen von Marly und Versailles. Zur Bestätigung meiner Ansicht über das Ungenügende der Speisung der projectirten Schleusen-Kanäle in Schleswig-Holstein mit Scheitelhaltung (2) theile ich daraus Folgendes mit.

„S. 164. Inhalt der Teiche. Die in den Teichen „enthaltene Wassermenge, wenn sie ganz d. h. bis zum Was- „serspiegel der Abzugskanäle gefüllt sind, beträgt 7 971 727 „Kubikmeter, welche in folgender Art vertheilt ist:„

„Inhalt der Haltungen.	Flächenräume.		Kubik Inhalt.
„La Tour	29.4900	Hectare.	420 358 K. M.
„Le Perray	18.7300	„	593 683 „ „
„St. Hubert und Hollande.	203.7900	„	2261 570 „ „
„Mesnil St. Denis. . . .	44.6400	„	227 832 „ „
„Trappes oder St. Quentin.	216.3940	„	2969 796 „ „
„Trou-Salé	66.4787	„	457 270 „ „
„Vieux-Saclay	52.2533	„	603 055 „ „
„Saclay-Neuf.	53.2530	„	438 162 „ „
Summa. .	685.0290	„	7971 727 „ „

(1) Namen der quadrantförmigen Nischen in dem Mauerwerk, hinter den Fächer-Thoren.

(2) 5673 Hectare = 1 Quadr. Meile von 576 Million Q. Fuss.
1 Kubik-Meter = 32.3 Kubik-Fuss.

S. 165.

„**Flächeninhalt der Abhänge.** Dieser Flächeninhalt ist von jeher zu 15 000 Hectaren angenommen worden, welche Zahl sich in den Berichten der frühern Commissionen stets wiederholt . . . . Dieser Flächenraum nun vertheilt sich auf folgende Weise:"

		Hectare.
„Teiche de la Tour, Abhänge		600
„Teiche von Perray und St. Hubert		3 400
„Teiche von Trappes:		
„1. Zwischen la Tour und le Perray	800	
„2 „ le Perray „ Trappes .	2 900	
	———	3 700
„Teiche von Bois d'Arcy und Bois Robert . .		1 200
„Teiche von Saclay, Neuf und Vieux		6 000
„Summa . . .		14 900

„*Uebertriebene Tendenzen der Ingenieure in Betreff der Wasserversorgung durch Regenwasser.*"

„Eine der Ermittlungen, bei denen die Ingenieure den unangenehmsten Täuschungen ausgesetzt sind, ist diejenige, welche den Zweck hat, die Wassermenge zu bestimmen, welche durch Regen auf eine gewisse Fläche fällt und zur Wasserversorgung benutzt werden kann. Es haben in dieser Beziehung von jeher grosse Irrthümer statt gefunden, welche hauptsächlich dadurch entstanden sind, dass man der Absorption des Regens in den Boden nicht Wichtigkeit genug beigelegt hat; man hatte es vernachlässigt auf dieses Phänomen Rücksicht zu nehmen und gab sich damit zufrieden die Verdunstung in Betracht zu ziehen."

. . . .

. . . .

S. 166. „Im Allgemeinen haben die in diesen Angelegen-

„heiten arbeitenden Ingenieure angenommen, dass die Regen-
„mengen, die über die Oberfläche fliessen und gesammelt
„werden können, die Hälfte oder $\frac{3}{7}$, selten weniger als $\frac{2}{7}$
„der jährlichen Regenschicht betragen.“

. . . .

. . . .

„Ermittlung der jährlich aus den Teichen erfol-
„genden Speisung. Indem wir diese Betrachtungen be-
„nutzten und uns auf einige Angaben der Erfahrung stützten,
„die wir in einigen Schriften bekannt gemacht haben, wur-
„den wir darauf geführt, den Theil der Regenschicht, wel-
„cher fähig ist zur Speisung der Teiche beizutragen, zu
„berechnen:

		Meter.
„Die ganze jährliche Regenschicht ist . .		0.500
„Das Verhältniss des bis mindestens 1 Meter „Tiefe unter der Erdfläche eingesickerten Was- „sers variirt je nach den Terrain-Compositionen „von 21 bis 45 Procent. Nehmen wir die „stärkste dieser Zahlen an, um jedem Irrthum „zu vermeiden, so haben wir einen ersten Ab- „zug von	0.235	
„Da die Anzahl der Regentage in der Ge- „gend von Paris im Durchschnitte 148, und „die Verdunstung an der Oberfläche des Bo- „dens 1 Millimeter für jeden Regentag be- „trägt, so haben wir ferner abzuziehen . .	0.145	
„Endlich kann die der Erde entzogene und „der Atmosphäre für die Bedürfnisse der Ve- „getation zurückgegebene Quantität berechnet „werden mit	0.055	
„Summa . . .		0.438
„so dass für den Abfluss auf der Oberfläche „verbleibt		(1) 0.062

(1) 2.3 Pariser Zoll.

. . . .

. . . .

„Wenn man diese Höhe mit der Anzahl der Quadratmeter „der 15 000 Hectare Abhänge multiplicirt, so findet man „9 300 000 Kubikmeter Speisewasser, so dass der Raum der „Teiche, welche 7 971 726 Kubikmeter beträgt, jedes Jahr „reichlich angefüllt werden könnte. Nun erreicht aber diese „Anfüllung nicht bloss nicht den normalen Zustand, son- „dern es ist sehr selten, dass sie über 6 000 000 hinaus- „geht, Man muss also annehmen, dass die Regenschicht, „welche die jährliche Speisnng der Teiche bildet, nur eine „Höhe von 3 bis 4 Centimetern (1) d. h. beiläufig $\frac{1}{18}$ der „Total-Höhe hat.“

„Wir sind also, wie man sieht, weit von den sehr über- „triebenen Bruchtheilen entfernt, welche man bis in die „letzteren Zeiten angenommen hat, und es entspricht dies „auch ganz den zahlreichen misslungenen Erfolgen in Bezug „auf die Anordnungen behufs der Speisung von beinahe allen „unsern Kanälen.“

„Wenn wir von der Verdunstung absehen, so können „wir jetzt nach einer Erfahrung von mehr als 15 Jahren „die Lehre annehmen, dass die durchschnittliche Menge des „Wassers, das die Teiche jährlich sammeln können, kaum „4 300 000 Kubikmeter übersteigt (2)“

S. 167. „Bemerkungen für den Fall, wo die „Speisung bis zum Minimum herabsinkt. Sowohl „über wie unter dieser Zahl kann es sehr bedeutende Ab- „weichungen geben, die auch in der hier entwickelten „Ideen-Verbindung eben so leicht zu erklären sind, als sie „bis zum heutigen Tage schwer zu begreifen waren.“

. . . .

. . . .

---

(1) 1.1 bis 1.5 Pariser Zoll.

(2) Dies ergiebt einen Abfluss von 0.028 Meter Höhe = 1.04 par. Zoll.

„Um endlich über alle diese Gegenstände im Klaren zu sein, „welche bei den uns beschäftigenden Fragen ein unbestreit- „bares Interesse gewähren, haben wir diese Berechnungen „mit Rücksicht auf die angegebenen Correcturen auf ge- „wisse Daten aus mehreren Jahrhunderten angewendet, bei „denen die Regenmengen eine von der Höhe von 0.32 bis „zu der von 0.607 (1) Meter zunehmende Serie bilden. „Die Elemente und die Resultate unserer Berechnungen sind „in der Tabelle auf Seite 168 enthalten.„

„Diese Resultate stimmen vollkommen mit den Beobach- „tungen überein; wir erfahren aus beiden, dass sich die „Teiche in gewissen Jahren anfüllen können, dass der „Durchschnitt der jährlichen Versorguug zwischen 4 und 5 „Millionen Kubikmeter enthält. Endlich kann man daraus „nicht bloss ersehen, dass diese Speisung manchmal bis „1 300 000 und selbst auf 1 100 000 (2) fallen kann, sondern „man lernt auch kennen, unter welchen atmosphärischen „Verhältnissen diese ausnahmsweise Thatsache stattzufinden „vermag.„

(1) Ungefähr 1 bis 2 Fuss.

(2) Ein Abfluss von 0.0087 und 0.0073 Meter oder 0.33 und 0.27 par. Zoll.

„ Bezeichnung der Jahre.	1814	1826	1831	1825	1809	1838	1816	1828	1836
„ Anzahl der Regentage	122	128	135	135	140	159	167	163	177
„ Höhe der jährlichen Regenwasserschichten	Meter 0.382	Meter 0.410	Meter 0.442	Meter 0.468	Meter 0.490	Meter 0.514	Meter 0.546	Meter 0.587	Meter 0.607
„ Abzuziehen: „ Für die Absorption	0.172 „	0.184 „	0.199 „	0.211 „	0.221 „	0.231 „	0.246 „	0.264 „	0.273 „
„ Für die Bedürfnisse der Pflanzen (constante Quantität)	0.055 „	0.055 „	0.055 „	0.055 „	0.055 „	0.055 „	0.055 „	0.055 „	0.055 „
„ Für die Verdunstung an der Oberfläche des Bodens, für jeden Regentag mit 0.0012 Meter angenommen	0.146 „	0.154 „	0.162 „	0.162 „	0.168 „	0.191 „	0.200 „	0.196 „	0.212 „
„ Summa der Abzüge	0.373	0.393	0.416	0.428	0.444	0.477	0.501	0.515	0.540
„ Bleibt für den Abfluss an der Oberfläche	0.009	0.017	0.026	0.040	0.046	0.037	0.045	0.072	0.067
„ Volumen, welche diesen Abflüssen entsprechen	Kubik M. 1 450 000	Kubik M. 2 550 000	Kubik M. 3 900 000	Kubik M. 6 000 000	Kubik M. 6 900 000	Kubik M. 5 550 000	Kubik M. 6 750 000	Kubik M. 10 800 000	Kubik M. 10 500 000
„ Abzuziehen wegen der Verdunstung an der Oberfläche der Teiche	350 000	550 000	700 000	1 300 000	1 400 000	1 250 000	1 350 000	1 600 000	1 600 000
Folglich beträgt das disponible jährliche Volum	1 100 000	2 000 000	3 200 000	4 700 000	5 500 000	4 300 000	5 400 000	9 200 000	8 900 000

Man bemerkt hieraus, dass die Jahre 1814, 1826 und 1831 ein ebenso ungünstiges oder ein noch ungünstigeres Resultat ergeben haben, als wir aus den Erfahrungen aus Ober-IJssel 1857, 1858 und 1859 § 10 mittheilten.

err

Menzaleh.



